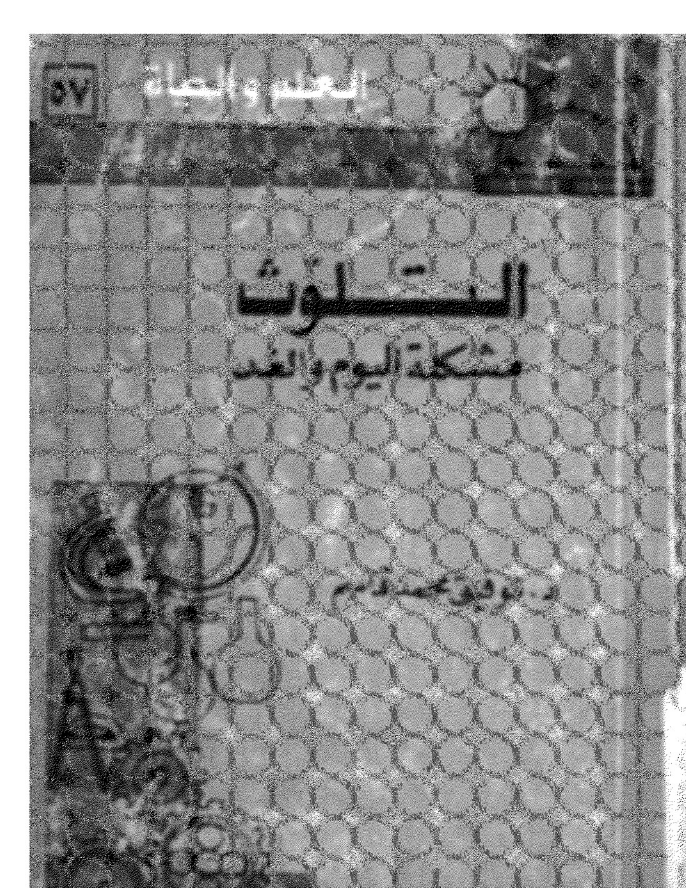


العلم والحياة
٥٧
التلوث
مشكلة اليوم والغد
د. توفيق محمد قاسم

٥٧

سلسلة
العلم
و
الحياة

التلوث
مشكلة اليوم والغد

تأليف

د. توفيق محمد قاسم



الاخراج الفنى والغلاف :

محمــود الجزار

التلوث البيئى مشكلة اليوم والغد

مقـــدمة :

التلوث البيئى (Environmental Pollution)
يمثل احدى المشكلات الهامة التى تواجهنا فى حياتنـا المعاصرة نتيجة النشـاط المتزايد للانسـان فى كافة مجالات الحياة ومن المعروف أن البيئـة هى ذلك الجزء من كوكبنا المحيط بالانسـان فالهـواء الذى يتنفسـه الانسان والحيوان والماء الذى نحيا به والأرض التى يعيش فوقها كافة المخلوقات وما يوجد فى الطبيعة من جماد هى جميعها تشكل عناصر البيئة المحيطة بنا ٠

والبيئة الطبيعية (Natural Environment) تتميز بوجود توازن دقيق وصارم قائم وبصفة مستمرة بين عناصرها المختلفـة ٠ ويعـرف هـذا التـوازن بالنظـام البيئى (Ecosystem) حيث يشمل عدة عناصر يربط بينهما صلات وثيقة لازمة لحياتها واستمرار بقائها وهـذه العناصر تشـمل عناصر الانتاج (Producers) وعنـاصر الاستهلاك (Consumers) وعناصر التحلل (Decomposers) بالاضافة الى العناصر الطبيعية غير الحية (Non-Living) كالهواء والماء والتربة ٠

فالعنصر الأول : وهو الانتاج يشمل جميع النباتات الخضراء (Green Plants) والمعروف ان هذه النباتات تمتص غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء عن طريق الثغـــور (Stomata) الموجودة في أوراقها الخضراء بينما تمتص الماء والأملاح المعدنية من التربة بواسطة الجذور • وفي وجود مادة الكلوروفيل (Chlorophyll) والطـــاقة الشـمسية (Solar Energy) تصـنع أولا المـــواد الكربوهيدراتية (Carbohydrates) مثل النشا ومنها تنتج المواد الدهنية (Fats) والمواد البروتينية (Proteins) • وخلال هذه العملية الحيوية والتى تعرف باسم التمثيل الضوئى (Photosynthesis) ينطلق غاز الاكسوجين • ومن هنا أهميـة زراعة الأشـجار والنبـاتات الخضراء فى الشوارع والميادين كوسيلة لمقاومة تلوث الهواء بغـاز ثانى أكسيد الكربون المتصاعد من أدخنة المصانع وعوادم السيارات •

والعنصر الثانى : وهو الاستهلاك فيشمل الانسان (Human Beings) وكافة الحيوانات (Higher Animals) حيث لا تستطيع هذه المخلوقات وفقاً لتركيبها البيولوجى أن تصنع غذائها مثل النباتات الخضراء بل تعتمد فى غذائها على النباتات والأعشــاب كمــا ان الحيـوانات المفترسة آكلة اللحوم (Carnivores) تتغـذى على بعض الحيوانات الأخرى مثل آكلة الأعشاب (Herbivores) والانسان وهو أعظم المخلوقات يعتمد فى غذائه عـلى

ما تنتجه النباتات الخضراء من محاصيل وفواكه وخضروات وما يتناوله من لحوم وطيور وأسماك ·

أما العنصر الثالث : فيشمل عناصر التحلل كالبكتريا (Bacteria) والفطريات (Fungi) حيث تقوم بتحليل أجسام ومخلفات الكائنات الحية من نباتات وحيوانات · وهذا الدور الذى تقوم بة عناصر التحلل هذه ذو فائدة كبيرة على استمرارية الحياة · حيث ينتج من عملية التحلل بعض العناصر البسيطة والتى يمكن أن يستفيد منها النباتات الخضراء بامتصاصها من التربة وتكوين الغذاء منها مرة أخرى · وهكذا تستمر دورة التغذية طالما كانت هناك حياة · وهنا نسأل : ماذا يمكن أن يحدث لو انعدمت هذه الكائنات الدقيقة من الوجود وبالتالى عدم تحلل بقايا النباتات والحيوانات الميتة الى عناصر بسيطة تتناولها النباتات الخضراء · انها حكمة الله سبحانه وتعالى خالق الكون وجميع المخلوقات ·

وأخيرا فالعنصر الرابع : ويشمل العناصر الطبيعية غير الحية مثل الهواء وما يحتويه من أكسوجين ونتروجين وثانى أكسيد الكربون وكذلك الماء بصوره المختلفة من بخار والماء السائل والجليد الصلب · وكذلك الشمس وما ينبعث منها من ضوء منظور (Visible Light)

وغير منظور (Invisible Light) مثل الأشعة فوق البنفسجية (Ultra-Violet Light) ذات الموجات القصيرة (Short Waves) والاشعة تحت الحمراء ذات الموجات الطويلة والآثر الحرارى (Infra-Red Light) وآخيرا العناصر المعدنية الموجودة فى التربة وبقايا الأجزاء المتحللة من النباتات والحيوانات • والعناصر البيئية الأربع السابق ذكرها يقوم بينها توازن حازم ودقيق فى الدورات الطبيعية (Naturaral Cycles) والتى تحدث عادة فى الهواء والماء والتربة •

أولا : دورات الكربون والاكسجين :

(Carbon And Oxygen Cycles)

ويشترك فى أداء هذه الدورة كافة الكائنات الحية حيث تقوم النباتات الخضراء بامتصاص غاز ثانى أكسيد الكربون من الهواء وتحوله الى مواد كربوهيدراتية ومنها يصنع المواد الدهنية والبروتينية وينطلق أثناء ذلك غاز الاكسوجين حيث يستعمله العناصر الأخرى وهى عناصر الاستهلاك فى كافة عملياتها الحيوية كالتنفس والحصول على الطاقة اللازمة لها • وينتج عن هذه العمليات انطلاق غاز ثانى أكسيد الكربون لتستخدمه العناصر المنتجة فى عملياتها الحيوية • وهكذا تستمر الدورة الى مالا نهاية • ويستمر أيضا ثبات نسبة ثانى

أكسيد الكربون (٤ر٪) والاكسجين (٢٠٪) فى الهواء الجوى ٠

ثانيا : دورة النتروجين (Nitrogen Cycle)

ان وجود عنصر النتروجين فى الهواء وفى مركباته المختلفة فى التربة الزراعيـــة من الاهميـــة بمـــكان لاستمرارية الحياة والحفاظ عليها لكافة المخلوقات ٠ فالنباتات الخضراء والحيوانات تقوم بانتاج البروتين ٠ وهذه مركبات عضوية تحتوى فى تركيبها عـــلى عنصر النتروجين ٠ والنباتات أيضا تمتص مركبات النترات (Nitrates) من التربة لتـــكوين البروتينـــات ، كذلك يتغذى الكثير من الحيوانات على هذه النباتات للحصول على المواد البروتينية لغذائها ٠ وبالاضافة الى ذلك تقوم عناصر التحلل ومنها البكتريا حيث تحلل بقايا النباتات والحيوانات وتحولها الى أملاح الامونيوم (Ammonium Salts) ومنها تحول الى النترات والتى تقوم النباتات بامتصاصها من التربة لتحولها الى مركبات بروتينية ٠ وهناك أنواع من البكتريا تقوم بتحليل النبـــاتات والحيـــوانات بعـــد موتها حيث ينطلق غاز النتروجين الى الجـــو لـــكى يظل نسبته ثابتة فى الهواء (٨٠٪) وتعود دورة النتروجين مرة أخرى وهلم جرا ٠

ثالثا : دورة الكبريت (Sulphur Cycle)

من المعروف أن النباتات والحيوانات تحتـــاج الى

عنصر الكبريت ومركباته لتكوين الاحماض الامينية والبروتينات • وذورة الكبريت تشمل تكوين أكاسيد الكبريت (Sulphur Oxides) فى الهواء الجوى بالاضافة الى الكبرتيدات (Sulphides) • وهذه جميعا تتحول الى مركبات السكبريتات (Sulphates) حيث تمتصها النباتات من التربة وتدخل فى تكوين البروتينات • ومن جهة أخرى تتحلل النباتات والحيوانات بعد موتها بفعل البكتريا الهوائية (Aerobic Bacteria) الى مركبات الكبريتات • وتتحلل أيضا بفعل البكتيريا اللا هوائية (Anaerobic) الى الكبريتدات وهذه بدورها تتأكسد الى الكبريتات والتى يمكن آن يمتصها النبات بدوره من التربة • وهكذا تستمر دورة الكبريت فى النظام البيئى •

رابعا : دورة الماء :

(Water Cycle or Hydrological Cycle)

هذه الدورة هى عملية طبيعية مستمرة ومتبادلة بين كافة المخلوقات الحية من نبات وحيوان وانسان والعناصر الطبيعية كالهواء والبحار والمحيطات والتربة وغيرها • فالشمس تسقط بأشعتها فتتبخر مياه البحار والمحيطات وهذه تتحول الى سحب تسقط على هيئة أمطار تعود مرة آخرى الى البحار والمحيطات وتذهب كذلك الى التربة وتخللها على هيئة مياه جوفية (Underground Water)

وهلم جرا ، وهذه العملية الطبيعية تنطوى على تحول الماء المالح الى الماء العذب لكى يستعمله كافة المخلوقات حيث تعتمد كثيرا على بعض العوامل الطبيعية مثل درجة حرارة الجو وسرعة الرياح وضغط الهواء الجوى • وكذلك يشرب الانسان والحيوان الماء وتمتص النباتات الماء من التربة • ويتخلص الانسان والحيوان من الماء الزائد على صورة بخار ماء خلال عملية التنفس (Respiration) • بينما النبات يتخلص منه خلال عملية النتح (Transpiration)

والمعروف علميا ان الماء يوجد فى صور ثلاث (Three States) • الأولى فى هيئة بخار (Vapour) والثانية سائلة (Liquid) وهى الماء العادى والثالثة صلبة (Solid) وهى الجليد • ونحن نشاهد اتزان الصور الثلاث وتحول كل منها الى الأخرى بصورة مستمرة الى مالا نهاية ، فالماء فى صورته السائلة يوجد فى البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات • وفى صورته البخارية يوجد فى الهواء الجوى حيث تختلف نسبته من مكان الى آخر • وفى صورته الصلبة يوجد فى المناطق القطبية الشمالية والجنوبية من الكرة الأرضية • وفى النهاية نلاحظ أن دورة الماء ما هى الا عملية مستمرة ومتزنة (Balanced) وتمثل جزءا هاما من التوازن الطبيعى للبيئة والذى يعتبر وجوده ضروريا

للحفاظ على حياة كافة المخلوقات من انسان وحيوان ونبات على سطح الأرض ٠

والانسان وهو سيد المخلوقات على وجه الأرض حيث نشأ فى بيئة طبيعية بكر حيث كانت المواد فيها وفيرة وتفيض عن حاجته وكان عدد السكان قليل ٠ وأيضا لم يكن هناك أى تقدم علمى أو صناعى ولم يعرف انسان هذا الزمان المواد الكيميائية من مبيدات حشرية ومنظفات صناعية ومخصبات زراعية وغيرها الكثير من ملوثات البيئة (Pollutants) حيث أدى ذلك الى الحفاظ على سلامة الهواء والماء والتربة من هذه الملوثات ٠

وبمرور الزمن وحدوث التطور والتقدم فى كافة مجالات الحياة دخل الانسان عصر النهضة الصناعية وما صاحب ذلك من تقدم هائل فى مجالات الزراعة والصناعة والعلوم والتقنية والطب حيث زاد كل من الانتاج الزراعى والصناعى وارتفع متوسط عمر الانسان عاما بعد عام مما أدى الى الزيادة الهائلة فى عدد السكان على سطح الأرض ٠ ووصلت البشرية الى مرحلة الانفجار السكانى (Population Explosion) حيث وصل تعداد البشر اليوم الى ما يقرب من ستة مليارات نسمة ٠

ونتيجة لهذه الزيادة الرهيبة لعدد السكان أن نشأت عدة مشاكل لم تواجهها البشرية من قبل حيث

سيكون لزاما على انسان القرن الواحد والعشرين التصدى لها والتغلب عليها . وهذه المشاكل تشمل : مشكلة تناقص الغذاء ومشكلة ندرة المياه العذبة ومشكلة تناقص الطاقة وأخيرا مشكلة التلوث البيئى .

وتلوث البيئة أمسى ظاهرة نلمسها جميعا حيث لم تعد البيئة المحيطة بنا لها القدرة على تجديد مواردها الطبيعيه واختل التوازن الكائن بين عناصرها المختلفة وبالتالى لم تعد لها القدرة على تحليل مخلفات الانسان وناتج نشاطاته المختلفة .

وبتطور الحياة وما صاحبها من تقدم علمى وصناعى أحرزه الانسان فى كافة المجالات أن اصبح جو المدن ملوثا بالدخان الناتج من عادم السيارات وبالغازات الضارة المتصاعدة من محطات القوى الكهربائية ومن مداخن المصانع كذلك ألقت هذه المصانع بمخلفاتها الكيميائية السامة فى مياه البحيرات والأنهار . وأصيبت التربة الزراعية بالتلوث نتيجة الاستخدام المتزايد للمخصبات الزراعية لتغذية النبات والمبيدات الحشرية لمقاومة الآفات .

والتلوث البيئى لا يتواجد فى منطقة دون الأخرى . فالعالم بأجمعه هوائه وبحاره ومحيطاته وأنهاره كذلك أرضه جميع هذه العناصر الطبيعية متصلة حيث تنتقل الملوثات البيئية من مكان الى آخر .

حيث يتبين من ذلك اتصال الهيئات المختلفة للانسان المتواجدة على سطح الأرض . وقد أدركت كثير من الهيئات العالمية خطورة هذه الملوثات بكافة أنواعها وأثرها الضار على كافة المخلوقات وتدميرها لجميع عناصر البيئة الطبيعية من هواء وماء وتربة زراعية وغيرها .

وعموما فيجب أن يكون هناك نوعا من التوازن الدقيق والاختيار الأمثل بين توفير الاحتياجات الضرورية من غذاء وكساء ودواء ، والحضارة من تعليم وصحة وترفيه لكل الأفراد وبين الثمن الذي يجب أن ندفعه في هذا السبيل من تلوث بيئى يشمل الهواء الذى نستنشقه والماء الذي نشربه والتربة التى تمدنا بالغذاء نتيجة للتقدم الصناعى والحضارى لانساننا المعاصر ، أو بمعنى آخر التوفيق بين متطلبات التنمية الشاملة وفى الحفاظ على البيئة وعناصرها المختلفة من مسببات التلوث .

والتلوث البيئى من العلوم الحديثة والمتشعبة وذات التخصصات العديدة والتى تشتمل على تلوث الهواء والماء والتربة والتلوث بمخلفات البترول والتلوث بالضوضاء وأخيرا التلوث الكهرومغناطيسى . وسوف يتناول حديثنا هذه المجالات فى الصفحات القادمة ان شاء الله تعالى .

تلوث الهواء : (Air Pollution)

التلوث الجوى يحدث بأنواعه المختلفة وبصورة رئيسية في طبقة التروبوسفير ويمتد قليلا الي الجزء الاسفل من طبقة الاستراتوسفير ٠

ومن المعروف ان الهواءالجوى خليط من عدة غازات أهمها الاكسوجين بنسبة ٢٠٪ والنتروجين بنسبة ٧٨٪ من ورن الهواء بالاضافة الي غازات أخرى توجد بنسب أقل مثل ثاني أكسيد الكربون بنسبة ٠٤ر٪ وبعض الغازات الخاملة (Inert Gases) مثل الهليوم والنيون والارجون والكربتون وهي توجد بنسب ضئيلة جدا بالاضافة الى بخار الماء الذى يوجد بنسبة متغيرة تختلف من مكان الى آخر ٠

والغلاف الجوى (Atmosphere) خليط من الغازات يحيط تماما بالكرة الأرضية حيث يمتد الي ارتفاع يتراوح بين ٨٠٠ ــ ١٠٠٠ كيلو متر فوق سطح الأرض ويبلغ أقصى ارتفاع له عند خط الاستواء بينما يكون عند القطبين في أدنى مستوياه ويقع حوالى ٩ر٩٩٪ من الكتلة الغازية على ارتفاع أقل من ٥٠ كيلو متر بينما الباقى ويبلغ حوالى ٠٩ر٪ فيقع عند ارتفاع يتراوح بين ٥٠ ــ ١٠٠ كيلو متر من سطح الأرض ٠

ويتكون الغلاف الجوي من أربع طبقات تشتمل على :

١ ــ طبقة التروبوسفير : (Troposphere Layer)

وهذه هي الطبقة السفلية والملامسة لسطح الأرض والتي تقع على ارتفاع بمتوسط ١٢ كيلومترا من سطح الأرض وسمكها عند القطبين يبلغ حوالى ٨ كيلو مترا بينما هذا السمك يبلغ١٦كيلومترا عند خط الاستواء ٠ وتحتوى هذه الطبقة على كميات متغيرة من الماء في صورة بخار أو على هيئة سحب وأحيانا على هيئة جليد وتبلغ حوالى ١ ــ ٤٪ بالحجم وتبلغ هذه النسبة أكبر تركيز لها عند ارتفاع ١٠ ــ ١٥ كيلو مترا من سطح الأرض كما يلاحظ أن درجة الحرارة في هذه الطبقة تقل بزيادة الارتفاع عن سطح الأرض ٠

٢ ــ طبقة الاستراتوسفير : (Strato Sphere Layer)

وتقع هذه الطبقة فوق طبقة التروبوسفير وتمتد من ارتفاع ١٢ ــ ٥٠ كيلو متراً من سطح الأرض وتتميز هذه الطبقة بوجود كميات ضئيلة جدا من بخار الماء مع انعدام تكون السحب وتشمل هذه الطبقة غاز الأوزون (Ozone) والذى يتكون من تفكك غاز الاكسوجين الى ذرات أكسوجين نتيجة لتفاعل كيميائى ضوئى (Photochemicl Reaction) بواسطة الأشعة فوق البنفسجية (Ultar-Violet) ذات الموجات القصيرة والمنبعثة من أشعة الشمس وذرات الاكسوجين الناتجة شديدة النشاط

سرعان ما تتفاعل بدورها مع جزئيات الاكسوجين مكونة طبقة من الأوزون على ارتفاع ١٥ ــ ٦٠ كيلو متر من سطح الأرض ٠

أى تقع فى طبقــة الاستراتوسفير العليــا وطبقة الميزوسفير السفلى ويبلغ أقصى تركيز للاوزون ومقداره ١ر٠ ــ ٢ر٠ جزء من المليون عــلى ارتفاع ٢٠ ــ ٣٠ كيلو متر من سطح الأرض وفائدة طبقة الأوزون انها تمتص كميات كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية المــارة وبالتالى توفر الحماية من مخاطر هــذه الأشــعة لكافة الكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض ٠ وأخيرا فان هذه الطبقة تتميز بارتفاع فى درجة الحرارة كلما زاد الارتفاع من سطح الأرض ٠

٣ ــ طبقة الميزوسفير : (Mesosphere Layer)

تقع هــذه الطبقة عــلى ارتفاع حوالى ٥٠ ــ ٨٠ كيلو متر من سطح الأرض وتحتوى على كتلة غازية أقل من الطبقات الأخرى وأيضا تحتوى على طبقة صغيرة من الأوزون فى المنطقة السفلى من الطبقة كما تتميز هذه الطبقة أيضا بعدم احتوائها على بخار الماء كما يلاحظ انخفاض فى درجة الحرارة بزيادة الارتفاع من سطح الأرض ٠

٤ ــ طبقة الثرموسفير : (Thermosphere Layer)

وتبدأ هذه الطبقة من ارتفاع حوالى ٨٠ كيلو متر والغازات فى هذه الطبقة تتميز بوجودها على الحالة الذرية (Atomic State) وتنفصل الى عدة طبقات حيث يكثر وجود الاكسوجين والنتروجين ما بين ٨٠ ــ ١١٥ كيلومتر بينما يكثر وجودالهيدروجين والهليوم على ارتفاع ٥٠٠ كيلو متر وهذه الطبقة تخلو تماما من بخار الماء أو الأوزون وتمتاز هذه الطبقة بارتفاع سريع فى درجة الحرارة عند ارتفاع يتراوح بين ٨٠ ــ ٥٠٠ كيلو متر • وبارتفاع بطىء فى درجة الحرارة عند ارتفاع أكثر من ٥٠ كيلو متر •

وخلافا للطبقات الأربع السابق ذكرها فيوجد طبقة أخرى تعرف بطبقة الايونوسفير (Ionosphere Layer) حيث تقع وتتداخل بين طبقتى الميزوسفير والثرموسفير• وتتميز هذه الطبقة بوجود الالكترونات والايونات الطليقة ومن هنا اشتق اسمها والتى تكونت بواسطة التفاعل الكيميائى الضوئى الذى حدث لغازات الاوكسوجين والنتروجين بتأثير الأشعة فوق البنفسجية •

والهواء بالمحتويات الغازية السابق ذكرها ضرورى جدا لكافة الكائنات الحية سواء الانسان أو الحيوان أو النبات لأداء وظائفها الحيوية •

وتلوث الهـواء ينتج من مصـادر مختلفـة أهمها احتراق الوقود لانتاج الطاقة اللازمة سواء للتسـخين أو لتشغيل المركبـات كالسيارات بأنواعهـا المختلفـة والطائرات والسـكك الحـديدية اضـافة الى الغازات الضارة الناتجة من المصانع المختلفة كالمصانع الكيميائية والحـديد والصلب والأسمنت وغيرها وأخـيرا التلوث الناتج من تشغيل محطات القوى الكهربائية ٠

ويقاس مدى التلوث بمقدار ما يحدث من تغير فى تركيب الهواء واختلاطه بالغازات الضارة والتى توتر على حياة كافة الكائنات ٠ والغازات الضارة المسـببة للتلوث تشمل غازات أول وثانى اكسيد الكربون وثانى اكسيد الكبريت وأكاسـيد النتروجين وأبخـرة بعض الفلزات السامة مثل الرصاص (LEAD) ٠

تلوث الهواء بأول أكسيد الكربون :

يتميز هـذا الغاز بانعدام اللون والرائحة ودرجة السمية العالية حيث يتكون نتيجة الاحتراق غير الكامل للوقود فى السيارات وفى بعض الصناعات مثل صناعة الحديد والصلب وصناعة لب الخشب ٠ وعندما يتنفس الانسان الهواء الملوث بغاز أكسيد الكربون فانه يتحد مع هيموجلوبين كرات الدم الحمراء حيث يحل محـل الاكسوجين مكونا مركب الكربوكس هيموجلوبين (Carboxy Haemoglobin)

وينتج عن ذلك اقلال نسبة الهيموجلوبين الموجودة فى الدم واللازمة لنقل الاكسوجين اللازم لعملية التنفس وتولد الطاقة لجميع خلايا الجسم . واذا تعرض الانسان لتركيز قدره ٨٠ جزء من المليون من أول اكسيد الكربون فان كفاءة نقل الدم للاكسوجين تقل بمقدار ١٥٪ واذا وصل التركيز الى ١٠٠ جزء فى المليون أو أكثر تعرض الانسان لأضرار طبية تشمل :

الصداع (Headache)

والدوار (Dizziness)

والغثيان (Nausea)

والقيء (Vomiting)

والشعور بالكسل (Lassitude)

وخفقان القلب (Palpitation)

والتشنجات (Conlvulsions)

وصعوبات فى التنفس (Breathing Difficulty)

وضعف العضلات (Muscular weakness)

وتعتمد درجة اصابة الانسان بالأعراض السابق ذكرها أو بعضها على عمره واختلاف الجنس اضافة الى الحالة الصحية العامة له .

ويجب أن نذكر فى هذا الصدد ان تدخين السجائر

يحدث تلوثا من أول اكسيد الكربون وبالتالى فالأضرار الصحية السابق ذكرها يشعر بها المدخنون اضافة الى الأثر الضار لمادة النيكوتين (Nicotine) على الصحة العامة لهم ٠

أما التعرض لتركيز يبلغ ١٠٠٠ جزء فى المليون أو أكثر من غاز أول اكسيد الكربون فالنتيجة الحتمية لذلك هى الوفاة ٠

تلوث الهواء بثانى أكسيد الكربون :

ينتج هذا الغاز من الاحتراق الكامل للوقود فى وجود كمية وفيرة من الهواء كالخشب أو الفحم أو مقطرات البترول وغاز ثانى اكسيد الكربون غاز خانق الا انه غير سام ٠ وكمية ثانى اكسيد الكربون الموجودة فى طبقة التروبوسفير تتوقف على الاتزان الكائن فى دورة الكربون (Carbon Cycle) والتى تشمل انتقاله الدائم والمستمر خلال الهواء والماء فى البحار والمحيطات والمحتويات العضوية الموجودة فى التربة ، ونظرا للنشاط المتزايد للانسان سواء الناتج عن التقدم العلمى والصناعى له أو للزيادة العددية للسكان فان نسبة غاز ثانى اكسيد الكربون قد ارتفعت فى الغلاف الجوى للأرض نتيجة احتراق الكميات الهائلة من مختلف أنواع الوقود المستخدمة فى كافة وسائل المواصلات اضافة الى الاعتداء السافر للانسان على

الغابات الطبيعية وازالتها من الوجود كما يحدث في بعض بلاد أمريكا الجنوبية وفي بعض المناطق في قارة آفريقيا قد ساهم فى زيادة نسبة ثانى اكسيد الكربون فى الهواء الجوى ٠

وازدياد نسبة غاز ثاني اكسيد الكربون فى الجو يؤدى الى امتصاص زيادة من الاشاعات الحرارية المنعكسة من سطح الأرض والاحتفاظ بها وأغلبها يتكون من الأشعة تحت الحمراء (Infra-Red-Days) ذات الموجات الطويلة وبالتالى تؤدى الى ارتفاع درجة حرارة الجو عن المعدل المعتاد ٠

ويتوقع العلماء ان الزيادة الهائلة والمستمرة لغاز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى وما يتبعه من ارتفاع فى درجة حرارة الجو سيؤدى الى ذوبان الجليد المتراكم فى القطبين الشمالى والجنوبى للكرة الأرضية وفى قمم الجبال العالية ٠ وبالتالى ارتفاع مستوى سطح الماء فى البحار والمحيطات وفى النهاية اغراق الكثير من المدن التي تقع على حواف القارات ، هذا يؤدى بطبيعة الحال الى الاخلال الخطير فى التوازن الموجودة بين كافة عناصر الطبيعة الأمر الذى يهدد الانسانية جمعاء بالعواقب الوخيمة على كوكب الأرض ٠

تلوث الهواء بثاني اكسيد الكبريت :

يتميز هذا الغاز برائحته النفاذة وخواصه التآكلية (Corrosive) حيث ينتج من مصادر طبيعية مثل البراكين وينابيع المياه الكبريتية وتحلل المواد العضوية الكبريتية . وكذلك ينتج عند احتراق الوقود مثل الفحم والبترول (Fossil Fuels) حيث يتأكسد ما به من كبريت الى ثاني اكسيد الكبريت اضافة الى غاز ثاني اكسيد الكربون كذلك يتكون هذا الغاز في مصانع تكرير البترول واستخلاص بعض المعادن مثل النحاس وفي صناعة انتاج لب الخشب وانتاج الطوب .

ويؤدى التعرض لاستنشاق هواء ملوث بغاز ثاني اكسيد الكبريت الى الاصابة بالكثير من الأمراض التنفسية (Respiratory Diseases) والتي لها تأثير ضار على الصحة العامة مثل السعال (Coughing) والربو (Asthma) والالتهاب الشعبي (Bronchitis) بالاضافة الى ضيق التنفس (Shortness of Breath) ويتحد ثاني اكسيد الكبريت بأكسوجين الهواء منتجا غاز ثالث اكسيد الكبريت والذى عند ذوبانه في بخار الماء الموجود في الهواء يعطى حامضا قويا هو حامض الكبريتيك والذى ينتشر بدوره في الهواء ويبقى معلقا به على هيئة رذاذ والذى يتساقط بعد ذلك على سطح الأرض مع الأمطار ومع الجليد مما يؤدى الى تلوث

التربة الزراعية ومياه الأنهار والبحيرات العذبة ·
وبالتالى الأضرار بحياة كافة الكائنات الحية من انسان
وحيوان ونبات ·

ويؤدى التلوث بغاز ثانى اكسيد الكبريت الى
الى حدوث ظاهرة الأمطار الحامضية (Acid Rain) والتى
تحدث بكثرة فى أجواء المناطق الصناعية وخاصة فى
الدول الأوروبية وفى أمريكا الشمالية · وقد أدت هذه
الأمطار الحامضية الى الحاق الضرر بالغابات فى
السويد والتى تعتبر من أهم المصادر الطبيعية لانتاج
لب الأخشاب والذى يستدم فى صناعة الورق ·

وقد لوحظ ان زيادة التلوث بغاز ثانى اكسيد
الكبريت يؤدى الى الحاق الضرر بالكثير من المبانى
والمنشآت كذلك يسبب تآكل التماثيل المصنوعة من
المعادن والتى تقام بالميادين فى الكثير من المدن ·

وللحفاظ على صحة الانسان وكافة الكائنات من
حيوان ونبات من الآثار السيئة لهذا الغاز فقد وضعت
الكثير من الدول القوانين والتشريعات الخاصة بتحديد
نسبة الكبريت المصرح بها فى مختلف أنواع الوقود
مثل الفحم والجازلين والسولار والديزل والمازوت
وغيرها ·

تلوث الهواء بأكاسيد النتروجين :

تتكون أكاسيد النتروجين (Nitrogen Oxides) باتحاد غاز الاكسوجين مع النتروجين ٠ وهى تشمل أكسيد النتريك (NO_2) ، وهو غاز شفاف عديم اللون ٠ وثانى أكسيد النتروجين (NO^2) وهو غاز بنى محمر وله رائحة نفاذة وذو أثر سام ، وهذه الأكاسيد تحدث تلوثا للهواء عندما تتكون نتيجة احتراق الوقود مثل الفحم أو الجازولين والسولار أو الديزل والمازوت والمحتوية على نسبة صغيرة من المركبات العضوية النتروجينية بالاضافة الى تكوينها خلال بعض العمليات الكيماوية داخل المصانع ٠

وقد وجد ان التعرض للتركيزات العالية وهى حوالى ١٠ ــ ٤٠ جزء فى المليون من هذه الأكاسيد يؤدى الى اصابة الانسان بتليف الرئتين (Pulmonary Fibrosis) كما ان التعرض للتركيزات الأقل من هذه الغازات يصيب الانسان بالتهاب العيون والزور والرئتين ٠

وتتكون أكاسيد النترجين أيضا فى طبقات الجو العليا بواسطة التفاعلات الكيميائية الضوئية (Photochemical Reactions) وتمتزج هذهالأكاسيد ببخار الماء الموجود فى الجو معطية حامض النتريك وتساهم أكاسيد لنتروجين مع غاز ثانى أكسيد الكبريت فى تكوين لأمطار الحامضية ٠

كما تنتشر هذه الأكاسيد فى الطبقات العليا من

الغلاف الجوى حيث تصل الى طبقة الأوزون والتى تحمى سطح الكرة الأرضية من التأثيرات الضارة للأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس حيث تحدث بعض التفاعلات الكيميائية الضوئية فى طبقة الاوزون مما يسبب الكثير من الاضرار لكافة الكائنات الحية وخاصة الانسان واصابته بأخطر الأمراض .

ظاهرة الأمطار الحامضية :

نتج عن الاستخدام المتزايد لجميع انواع الوقود مثل الفحم ومشتقات البترول المختلفة وبسبب ما يحتويه هذا الوقود من مركبات كبريتية أو نتروجينية كذلك وجود محطات القوى الكهربائية والكثير من المصانع فى كافة بلدان العالم الى انبعاث كميات هائلة من الغازات الحامضية مثل ثانى اكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين واكاسيد النتروجين حيث يتصاعدالى طبقات الجو العليا وهناك وبفعل الاشعة فوق البنفسجيه يحدث تفاعل بين غاز ثانى اكسيد الكبريت واكسوجين الهواء الجوى حيث ينتج غاز ثالث اكسيد الكبريت والذى بدوره يتحد مع بخار الماء الموجود فى الجو منتجا حامض الكبريتيك حيث يبقى هذا الحامض فى صورة رذاذ دقيق معلقا فى الجو وتنقله التيارات الهوائية من مكان الى آخر وعندما يكون الجو صافيا فان هذا الرذاذ الدقيق من الحامض يبقى معلقا فى الجو فى صورة ضباب (FOG) وعندما يصبح الجو ممطرا والبرودة

شديدة فان رذاذ الحامض يذوب في ماء المطر ويختلط مع الجليد ويسقطان على سطح الأرض على هيئة ما يعرف الامطار الحامضية .

ولا يقتصر تكوين الأمطار الحامضية على أكاسيد الكبريت وحدها بل يشترك معها في تكوين هذه الأمطار أكاسيد النتروجين والتى تنتج كذلك نتيجة احتراق الوقود المحتوى على كميات ضئيلة من المركبات النتروجينية سواء عند استخدامه في محركات السيارات أو في الآلات داخل المصانع وأيضا في بعض الصناعات مثل صناعة تكرير البترول .

كذلك تتكون هذه الأكاسيد في طبقات الجو العليا بواسطة التفاعلات الكيميائية الضوئية بين غازى الاكسوجين والنتروجين وهذه الأكاسيد بدورها تتحول في وجود الاكسوجين وبفعل الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس وأيضا بخار الماء الى حامض النتريك والذى يبقى في الجو معلقا على هيئة رذاذ حيث يتساقط مع مياه الأمطار والجليد على سطح الأرض مكونا أيضا الأمطار الحامضية .

ولهذه الأمطار الحامضية الكثير من الآثار الضارة والتى تتمثل في زيادة الحموضة للمجارى المائية مثل الأنهار والبحيرات حيث تقضى الحموضة الزائدة على الكثير من الكائنات المائية . كما تسبب هذه الأمطار في تلوث التربة الزراعية والأضرار بالمحاصيل والغابات

وما تحتويه من أشجار وحيوانات ، كذلك ادت هـــذه الأمطار الحامضية الى تفتت الصـــخور وتآكل أحجـار المبانى والمنشآت داخل المدن ٠

وهناك العديد من الدول وخاصة الصناعية منهـا والتى تعانى من آثار هذه الأمطار الحامضية وما تسببه من تلوث فى هوائها ومياهها وتربتها مثل دول أوروبا الغربية كألمانيــا وبريطانيــا وفرنســا وكذلك الدول الاسكندنافية فى أقصى الشمال الأوروبى مثل السويد والنرويج وفى بلاد أمريكا الشمالية مثل كندا والولايات المتحدة الأمريكية ٠

لذلك فانه يوجـد محـــاولات جادة فى كثير من الدول الصناعية حيث تعقد المؤتمرات وتقام الندوات وتقدم الكثير من الأبحــاث والحلول الكفيلة للحــد من كميات هــذه الغازات الحامضــية وبالتالى التقليــل من خطورة الأمطار الحامضية وما تسببه للانسان من مضار وأخطار ٠

تلوث الهواء بمركبات الرصاص :

فى هذا القرن العشرين وما تبعه من تقدم علمى وتكنولوجى ونظرا للزيادة الهائلة فى تعداد الســكان وخاصة فى المدن المزدحمة والتى تدخر بكافة وســائل النقل والمواصلات وما تحدثه من تلوث هائل بالهــواء نتيجة احتراق الوقود فى محــركات الســيارات والتى تقدر بالآلاف حيث تنطلق كميات هائلة من الغــازات

الضارة مثل أول وثانى اكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والنتروجين بالاضافة الى بخار المواد الهيدركربونية والتى لم تتأكسد داخل محركات السيارات ٠

وعندما تتعرض هذه الغازات والتى تنطلق بصورة مستمرة ليلا ونهارا داخل المدن للأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس يحدث تفاعل كميائى ضوئى ينتج عنه تكوين ما يعرف بالضباب المدخن القاتم اللون (SMOG) والذى يبقى معلقا فى الجو لفترات طويلة فوق هذه المدن والتى تعانى كثرة الزحام ويسبب هذا الضباب الكثير من الاضرار الصحية لسكان هذه المدن مثل احتقان الأغشية المخاطية للأنف والتهاب العيون والسعال والأضرار بالرئتين ٠

ويشاهد هذا الضباب المدخن فى الكثير من المدن الكبرى والمزدحمة بالسكان وبكافة وسائل النقل والمواصلات مثل مدينة نيويورك ولوس انجليس بالولايات المتحدة الأمريكية وكذلك مدن القاهرة ولندن وطوكيو والمكسيك ٠

ولا يقتصر التلوث الناتج من عوادم السيارات على احتوائه لكل الغازات الضارة السابق ذكرها فقط بل هناك ملوثا (Pollutant) آخر له آثار ضارة خطيرة على صحة الانسان وهو الرصاص (Lead) ومن المعروف أن شركات تكرير البترول تضيف الى الجازولين (Gasoline)

المستخدم وقودا للسيارات مادة رابع ايثيل الرصاص (Tetraethyl Lead) وذلك لتحسين خواص الجازولين ورفع رقم الاوكتان له (Octane Number) وبالتالى تحسين ظروف الاحتراق والأداء داخل محركات السيارات واطالة عمرها واحتراق هذا الوقود المحتوى على هذه المادة داخل محركات السيارات يتأكسد الى ثانى اكسيد الكربون وبخار الماء كذلك يتأكسد الرصاص فى مركب رابع ايثيل الرصاص منتجا اكسيد الرصاص والذى يترسب تدريجيا على الجدران الداخلية لمحرك السيارة والذى تؤدى فى النهاية الى التقليل من كفاءة المحرك • ولتلافى هذا الضرر يضاف الى الجازولين مركب بروميد الايثلين والذى يحول اكسيد الرصاص الى مادة بروميد الرصاص وهى مادة متطايرة (Volatile) حيث تخرج بسهولة مع غازات العادم الساخنة وبالتالى يمتنع ترسيب اكسيد الرصاص على الجدران الداخلية للمحرك ونلاحظ أن اضافة مادة بروميد الايثلين الى الجازولين قد ساعدت على منع تلوث المحركات الا انها تسببت فى تلوث الهواء •

ومما يزيد من خطورة استعمال الجازولين المحتوى على مادة رابع ايثل الرصاص ان مادة بروميد الرصاص السابق ذكرها مادة متطايرة حيث تكون معلقة دقيقة مثل الايروسول (Aerosol) عند اختلاطها بالهواء الجوى حيث تبقى فى الهواء مدة طويلة على هيئة ضباب ينتشر فى كل مكان داخل المدن المزدحمة

بالسيارات الأمر الذي يسبب الكثير من الأضرار لكافة الكائنات الحية وخاصة الانسان .

ولا تخفى الأضرار الصحية الناشئة عن استنشاق الهواء الملوث بعادم السيارات والمحتوى على مركبات الرصاص والتى منها اصابة الانسان بالضعف العام (weakness) والانيميا (Anaemia) والاضرار بالجهاز العصبى والاصابة بأمراض الكلى المزمنة بالاضافة الى اصابة الاطفال الصغار بالتخلف العقلى (Mental Retardation) حيث انهم أكثر قابلية للاصابة بالأمراض التى تنشأ نتيجة التعرض لفترات طويلة للتلوث بمركبات الرصاص .

ونظرا لهذه المخاطر الشديدة لمركبات الرصاص فقد قامت الكثير من الدول بوضع القوانين والتشريعات اللازمة للحيلولة دون استعمال هذا النوع من الجازولين المحتوى على رابع ايثيل الرصاص حيث أضافت مواد أخرى ليست لها آثار سامة الى الجازلين مثل مادة ميثيل ثلاثى بيوتيل الأثير (Methyl Tertiary Butyl Ether) أو اضافة بعض المواد الهيدروكربونية ذات السلسلة المتفرعة (Isoparaffins) حيث تساعد على زيادة رقم الاوكتان للجازولين وبالتالى تحسين الأداء داخل محركات السيارات وفى النهاية منع تلوث الهواء بمركبات الرصاص .

التلوث البيئى وطبقة الأوزون :

الأوزون (Ozone) يوجد فى طبقات الجو العليا

وخاصة فى طبقة الاستراتوسفير على ارتفاع يتراوح بين ١٠ ــ ٥٠ كيلو مترا فوق سطح الأرض • وجزيئى لأوزون يتكون من ثلاث ذرات من اكسوجين (O_3) حيث يتكون من تحلل جزيئات الاكسوجين الجوى الى ذرات نشطة بفعل الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس • وهذه الذرات فى حالتها الذرية النشطة سرعان ما تتحد مع جزيئات الاكسوجين منتجة الأوزون ، وهذا التفاعل الكيميائى الضوئى يمتص كميات هائلة من الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس ومن جهة آخرى فان طبقة الأوزون المتكونة نتيجة للتفاعل الكيمائى الضوئى السابق ذكره يؤديان معا الى التقليل من كمية الأشعة فوق البنفسجية والتى تصل الى سطح الأرض وبالتالى حماية كافة المخلوقات التى تعيش على سطح الأرض من الآثار الضارة لهذه الأشعة والتى منها اصابة الانسان بالأورام الجلدية كما انها تؤثر فى عملية التمثيل الضوئى (Photosynthesis) للنباتات الخضراء الأمر الذى يهدد الانسان بالكثير من الأضرار حيث يعتمد على هذه النباتات الخضراء فى غذائه وكسائه •

ونظرا للتقدم العلمى والتكنولوجى فى العصر الحديث وما تبعه من استخدام الانسان للكثير من الأجهزة الحديثة خلال حياته اليومية مثل الثلاجات والمكيفات كما كثر استخدام علب الايروسول والتى تحتوى على بعض المبيدات الحشرية وبعضها يحتوى على

بعض المواد العطرة والأجهزة الكهربية وعلب الايروسول السابق ذكرها تحتوى جميعها على مركبات الكلوروفلوروكربون (Chlorofluorocarbons)

وهذه المركبات عبارة عن مركبات هيدروكربونية ذات سلسلة مستقيمة تحتوى على عدد صغير من ذرات الكربون كما تحتوى على ذرات من الفلور والكلور كما يوجد منها أنواع كثيرة تختلف في تركيبها الكيميائى وفقا لعدد ذرات الكربون أو الفلور أو الكلور ومن خواصها انها مركبات غازية في درجات الحرارة العادية وانها سهلة الاسالة بالضغط ويطلق عليها اسم غاز الفريون (Freon) وهذه المركبات على قدر كبير من الثبات الكيميائى لذلك فهى تبقى فى الهواء مدة طويلة وتحملها تيارات الهواء الصاعدة الى طبقات الجو العليا حتى تصل الى طبقة الأوزون وبتأثير الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس تتحلل هذه المركبات منتجة بعض ذرات الكلور النشيطة والتى تتفاعل مع الأوزون حيث تحوله الى غاز الاكسوجين • وهكذا تتسبب مركبات الكلوروفلوروكربون فى تدمير طبقة الأوزون •

$$CF_2CL_3 \xrightarrow[Light]{U.V.} CF_2CL + Cl$$

(Freon)

$$CF_2Cl + O \longrightarrow CF_2O + Cl$$

$$CL + O_3 \longrightarrow ClO + O_2$$

$$ClO + O \longrightarrow Cl + O_2$$

ونظراً للأخطار الناتجة من استعمال مركبات الكلوروفلوروكربون وما ينتج عنها من تلوث بيئى ان قامت معظم دول العالم بعقد المؤتمرات والندوات بهدف التقليل من انتاج هذه المركبات والحد من استخدامها كما نشطت البحوث العلمية لايجاد بدائل لمركبات الكلوروفلوروكربون بمواد أخرى لا يحتوى تركيبها على عناصر الفلور أو الكلور والتى تسبب تحلل جزئيات الأوزون ومن أمثلة هذه المواد البديلة خليط من غاز البيوتان (Butane) والماء يعرف باسم اكواسول (Aquasol) ولا يقتصر تفكك طبقة الأوزون على التلوث بمركبات الكلوروفلوروكربون بل يشاركها هذا التفكك أكاسيد النتروجين والتي تتكون نتيجة احتراق الوقود المحتوى على كميات ضئيلة من المركبات النتروجينية وكذلك تصاعد هذه الأكاسيد من بعض المصانع وخاصة مصانع

تكرير البترول اضافة الى تكوين هـذه الأكاسيد فى طبقات الجو العليـا بواسـطة التفـاعلات الكيميائيـة الضـوئية بين غازى الاكسـوجين والنتروجين ونتيجة لتكون هذه الأكاسيد واتصالها بطبقة الأوزون يحـدث تفاعل كيميـائى بينها وبين جزيئـات الأوزون والتى تتفكك الى اكسوجين •

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

وعموما فهناك الكثير من الهيئات العالميـة والتى تعمل جاهدة لايجاد الحلول المناسبة لهذه المشكلة العالمية وترأسها هيئة الأمم المتحـدة حيث تعقـد الـكثير من المؤتمرات والندوات لمناقشة أسباب هذه الظاهرة ووضع الحلـول الـكفيلة للاقلال من أضرارها • ففى شـهر سبتمبر عام ١٩٨٧ م عقـد مؤتمر علمى فى مدينـة مونتريال بمقاطعة كويبك بكندا وذلك لتنظيم استعمال مواد الكلوروفلوروكربون والتى تؤثر فى طبقة الأوزون كذلك وضع التشريعات اللازمة للحد من استعمال هذه المواد مع ايجاد المواد البديلة عنها كذلك عقد فى شهر أغسطس عام ١٩٨٩م مؤتمر الأمم المتحدة للبيئـة فى مدينة نيروبى بكينيا لبحث الأضرار الفادحة التى نشأت عن تدمير طبقة الأوزون اضافة الى ذلك فانه يوجد عدة محاولات كثيرة أجريت لقياس نسبة الأوزون فى عـدة

اماكن من العالم وخاصة فى منطقتى القطب الشمالى والقطب الجنوبى .

ونذكر كذلك انه يوجد حاليا اربعة مراكز فى مدن جنيف ونيروبى وبانكوك ومدينة ارندال جنوب النرويج والتى تقوم بعمليات الرصد لكافة المعلومات المتصلة بالبيئة فى كافة أنحاء العالم وتقديمها لكافة الجهات من مراكز بحوث وجامعات وهيئات للاستعانة بها فى مقاومة العوامل المؤدية للتلوث .

كذلك فاننا نشير هنا فى هذا الصدد الى مؤتمر قمة الأرض والذى عقد فى مدينة ريودى جانيرو بالبرازيل فى شهر يونية عام ١٩٩٢م لبحث جميع الأضرار الفادحة والمشاكل الناتجة عن انتشار التلوث البيئى بمختلف أنواعه والذى عم سطح الكرة الأرضية والذى أضر بكافة المخلوقات من انسان وحيوان ونبات الأمر الذى أصبح يهدد الحياة ذاتها والحد من استمراريتها .

التلوث الناتج من البراكين والرياح :

تعتبر البراكين (Volcanoes) من أهم العوامل الطبيعية لاحداث التلوث البيئى حيث تدفع الى الهواء الكثير من الغازات الضارة بكافة الكائنات مثل أول

وثاني اكسيد الكربون والهيدروجين وبخار الماء والميثان وثاني اكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين وكلوريد الهيدروجين وبروميد الهيدروجين حيث تحملها الرياح وتنتشر في كل مكان بالاضافة الى كميات ضخمة من الرماد والذى يحتوى على الكثير من كلوريدات وكبريتات ونترات بعض المعادن مثل الزئبق والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والحديد والألومنيوم .

ويصاحب ثورات البراكين انطلاق كميات هائلة من الحرارة وبالتالى ارتفاع درجة حرارة الجو فى المناطق القريبة من البراكين . والبراكين قد تحدث على سطح الأرض حيث تحدث تلوثا فى الهواء فى المناطق المحيطة بالبركان وأحيانا تحدث البراكين فى قاع ابحار حيث تحدث تلوثا لمياه هذه البحار نتيجة لذوبان الكثير من الغازات المنطلقة منها فى مياه البحار حيث تسبب الكثير من الأضرار لكافة الكائنات الحية التى تعيش فى هذه البحار .

أما الرياح فهى تلعب دورا هاما فى التلوث البيئى حيث تحمل كميات هائلة من الرمال الدقيقة والأتربة الى مسافات بعيدة جدا لكى تسقط على المدن مؤدية الى الكثير من المشاكل الصحية للانسان .

ومن الأضرار الناتجة كذلك من هبوب الرياح ما يعرف بظاهرة التصحر (Desertification) حيث تزحف الرمال تدريجيا لكى تغطى سطح التربة الصالحة للزراعة وتحولها من أرض خصبة الى صحراء قاحلة ٠

تلوث الماء : (Water Pollution)

نبـــذة عامة :

الماء هو أحد شرايين الحياة والتى لا غنى عنه على الاطلاق لكافة المخلوقات من انسان وحيوان ونبات والله سبحانه وتعالى يقول فى كتابه الكريم : « وجعلنا من الماء كل شئ حى » (صدق الله العظيم) ، فالماء يعتبر أهم السوائل الموجودة فى الكون على الاطلاق لأنه ضرورى للحياة ولجميع الكائنات الحيـــة ، فالانســـان يحتـــاجه للشرب يوميا للقيام بكافة العمليات البيوكيميائة داخل جسمه ويستخدمه كذلك للاستحمام وفى عمليات الغسيل المختلفة كذلك يستخدمه الحيوانات والنباتات . لذلك يجب أن يكون هذا الماء نقيا وخاليا من المواد الضـــارة سواء على هيئة أملاح ذائبة أو رواسب معلقة ويجب أن نذكر هنا ان الماء الصالح للشرب له مواصفات خاصـــة والتى منها :

١ ــ أن يكون الماء عديم اللون (Colourless) والطعم (Tasteless) والرائحة (Odourless)

٢ ـ أن يكـون خاليـــا من الكائنـات الدقيقـة (Micro-Organism) مثل البكتريا (Bacteria) والفيروسات (Viruses) والفطريات (Fungi)

٣ ـ أن يكون خاليا من المواد العالقة (Suspended Matter)

٤ ـ أن يكون خاليا من الكيماويات (Chemicals) بأنواعها المختلفة مثل المنظفـات الصناعية والمبيـدات الحشرية والأسمدة الزراعية .

٥ ـ أن يكون الماء متعادلا (Neutral) خالى تماما من أى أثر للحموضة (Acidity) أو القلوية (Alkalinity)

وهناك ما يعرف بدورة المياه في الكون (Hydrological Cycle) حيث ينتقل الماء بين الهواء والبحار واليابسـة في عملية طبيعية مستمرة الى مالا نهاية كذلك تشـمل هذه الدورة كافة المخلوقات الحيـة بسبب ما تؤديه من عمليات حيوية هامة مثل التنفس (Respiration) فى الانسان والحيوان والنبات وكذلك النتح (Transpiration) فى النباتات ، وتلعب الطاقة الشمسية (Solar Energy) الصادرة من الطاقة الشمسية دورا حيويا ومؤثرا للغاية لاستمرار هذه الدورة حيث يتبخر المـاء بفعـل هـذه الطاقة من البحار والمحيطات وينتقل الى الهواء الجوى على هيئة سحاب سرعان ما يتساقط فى صـورة أمطار تسقط على سطح الأرض وتتخللها وتتكون بذلك الميـاه

الجوفي (Underground Water) كما ان جزء من هذه الامطار يذهب الى المجارى المائية مثل الانهار والبحيرات والتي تعد من المصادر الرئيسية للحصول على الماء وتلوث الماء ينتج عن عدة مصادر مختلفة ومتداخلة مع بعضها وتشمل :

١- التلوث الناتج عن سقوط الأمطار على سطح الأرض حيث تبدا المياه في اذابة الكثير من الاملاح المعدنية وما قد يكون في التربة من مخصبات زراعيه او مبيدات حشرية وعشبية حيث تحمل معها هذه المواد وتلقى بها في المجارى المائية مثل الأنهار والبحيرات .

٢- التلوث الناتج من مياه الصرف الصناعي والذى ينتج من القاء المصانع لمخلفاتها غير المعالجة في المجارى المائية كالأنهار والبحيرات والبحار وهذه المخلفات تشمل المواد الكيميائية والتي يعتمد نوعها على طبيعة نشاط المصنع بالاضافة الى القاء هذه المصانع بمخلفاتها من المياه الساخنة والتي ترفع من درجة حرارة المياه التي تلقى بها ونتيجة لذلك تتأثر الكائنات المائية كالأسماك وبعض النباتات المائية بهذه الملوثات شديدة الخطورة .

٣- التلوث الناتج عن مياه الصرف الزراعي والذى ينتج عن الاستخدام المكثف لكافة أنواع المخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية والعشبية بأنواعها المختلفة وهذه المواد لها آثار سمية هائلة على الانسان والحيوان .

٤ ـ التلوث الناتج عن مياه الصرف الصحي والذي ينتج من احتواء هذه المياه على كميات كبيرة من المنظفات الصناعية نتيجة استخدامها في أغراض التنظيف المختلفة اضـافة الى احتوائها على أنـواع كثـيرة من البـكتريا والفيروسات والتي تسبب الـكثير من الأمراض والتي أهمها الكوليرا (Cholera) والتيفود (Typhoid) والتهاب الكبد الوبائي (Hepatitis) والدوسنتاريا (Dysentery) .

وعند القاء هذه المياه الملوثة دون معالجه اوليـة لها في المصادر المائية كالأنهار والبحيرات يحدث تلوث شديد لهذه المياه وتصبح مياه تلك المصادر المائية غـير صالح للاستهلاك الآدمي أو لأعمـال الري للمحـاصيل الزراعية بالاضافة الى تأثر الكائنات المائية مثل الأسماك بهذا التلوث والملاحظ أن التلوث غير قاصر على الانهار والبحيرات العذبة فقط بل امتد أيضا الى مياه البحـار والمحيطات خاصة حول المناطق الصناعية المقامة عـلى شواطىء البحار كذلك حول الموانىء الكبيرة التي تتكدس بها مختلف أنـواع السـفن والناقلات كذلك لا يقتصر تلوث البحار على المناطق الساحلية فقط والقريبـة من المدن والموانىء أو المناطق الصناعية بل امتد التلوث الى مناطق بعيدة عن شواطىء البحار حيث ظهر في وسـط مياه المحيطات .

والآن سـوف نستعرض أهم المواد المسـببة لتلوث الماء الا وهي المواد الكيميائية حيث ظهرت آثار هـذا

التلوث نتيجة للتقدم العلمى والصناعى فى كافة المجالات وخاصة الصناعات الكيميائيــة واســتخدام الاســاليب التكنولوجية الحديثة فى تلك الصناعات ، ويعتبر القاء المخلفات الصــناعية فى المجــارى المائيــة من الاخطار الحقيقية والتى تؤثر على كافة عناصر البيئة لان اغلب هذه المخلفات ذات تأثير سام وشديدة الثبات ولا تتحلل تحت الظروف الطبيعية حيث يبقى أثرها طــويلا فى المجارى المائية ، وقد وجد أن بعض هذه المواد تستهلك مقدارا كبيرا من الاكسوجين الذائب فى الماء الأمر الذى يضر كثيرا بالكائنات الحيــة التى تعيش فى الميــاه . وتتنوع المواد الكيميائية التى تلوث المياه طبقا لتركيبها الكيميائى ودرجة سميتها وثباتهــا النسبى . وســوف نعرض لأهم هذه المواد وأكثرها انتشارا فى حياتنــا العملية فى السطور التالية :

١ ـ المنظفات الصناعية : (Synthetic Detergents)

كثر استخدام المنظفات الصناعية سواء فى الاستخدام المنزلى أو الصناعى أو فى المجالات الزراعية والهندسية، بعد الحرب العالمية الثانية لما لها من خــواص ســطحية (تنظيفية) تفوق الصابون وملائمتها لكافة أنواع المياه مثل الماء العسر (Hard Water) اضافة الى ذلك فان هذه المنظفات لا تدخل الزيوت النباتية أو الدهون الحيوانية المستخدمة فى صناعة الصابون فى تركيبها الأمر الذى يوفر الزيوت والدهون المستخدمة فى صناعة الصابون

لأغراض التغذية حيث أن هذه المنظفات تحضر من مواد بترولية وبالتالى فهى تعتبر احدى المواد البتروكيميائية الهامة ٠

ومن المفيد أن تذكر هنا ان هناك أربعة أنواع رئيسية للمنظفات الصناعية والتى تشتمل على :

ا ـ منظفات أنيونية : (Anionic Detergents)

ويشمل هذا النوع الصابون العادى (Soap) والذى يحضر بتصبين الزيت أو الدهن بالصودا الكاوية . كذلك مواد كبريتات الالكيل (Alkyl Sulphate) وسلفونات الألكيل (Alkyl Sulphonates) بالاضافة الى سلفونات الكيل الأريل (Alkylaryl Sulphonates) ٠ وهذا النوع من المنظفات يكثر استخدامه لأغراض الغسيل المنزلى ويبلغ انتاج هذا النوع من المنظفات حوالى ٤٨٪ من الانتاج الكلى للمنظفات .

٢ ـ منظفات كاتيونية : (Cationic Detergents)

ومن أمثلتها الامينات الاليفاتية ذات السلسلة الكربونية الطويلة (Fatty Amines) وأملاح الامونيوم الرباعية (Quaternary Ammonium Salts) . ويستخدم هذا النوع من المنظفات بكثرة فى صناعات النسيج وعمليات الصباغة بالاضافة الى استعماله كمواد مضادة للبكتريا والفطريات

ويمثل انتاج هذا النوع من المنظفات حوالى ١٢٪ من الانتاج الكلى من المنظفات .

٣ ـ منظفا امفوتيرية : (Amphoteric Detergents)

ويتميز هذا النـوع من المنظفات باحتـوائه عـلى مجموعة قاعدية مثل مجموعة الامينو (Amino Group) وأخرى حامضية مثل مجموعة الكربوكسيل (Carboxyl Group) أو مجموعة الكبريتات (Sulphate Group) فى نفس الجزيىء .

وهذا النوع من المنظفات لها استخدامات محدودة كما ان نسبة إنتاجها حوالى ٨٪ من المجموع الكلى لانتاج المنظفات .

٤ ـ منظفات غير ايونية : (Non-Ionic Detergents)

يحضر هذا النوع من المنظفات بتفاعل المركبات المحتوية على هيدروجين نشط مثل الأحماض الدهنية والكحولات الدهنيـة والكيـلات الفينولات والامينـات واميدات الأحمـاض والمركبتانات مع اكسيـد الايثلين وتعرف بالايثوكسيلات (Ethoxy Lates) وفى أحيان قليلة يتم تحضير هذا النوع من المنظفات بتفاعل أى من هذه المواد مع آكسيد البروبلين . وهـذا النـوع من المنظفات يتميز بقلة الرغوة (Low Foam) وتتـوقف الخواص السطحية لهذا النوع من المنظفات على نوع المادة

المتفاعلة مع اكسيد الايثلين بالاضافة الى نسبة اكسيد الايثلين الداخلة فى تركيب المنظف وتصل نسبة انتاج هذا النوع من المنظفات حوالى ٣٢٪ من المجموع الكلى لانتاج المنظفات •

وفى الغالب يكثر استخدام أكثر من نوع واحد من المنظف الصناعى فى صورة مخاليط (Blends) تحضر بنسب معينة من عدة أنواع مختلفة من المنظفات وذلك لزيادة فعاليتها وكفاءتها •

والأنواع المختلفة من المنظفات الصناعية السابق ذكرها يعرف بالمادة الفعالة (Active Matter) • وفى المنتج النهائى يضاف مواد مالئة (Fillers or Builders) الى المادة الفعالة وبنسب معينة وهذه المواد تزيد من قدرة المنظفات وخواصها السطحية المختلفة •

والمواد المالئة عبارة عن أملاح غير عضوية تضاف الى المادة الفعالة وذلك لاكسابها خواص معينة وفقا لاستخدامات المنظف ومن أمثلتها كبريتات وكربونات الصوديوم وسليكات وفوسفات الصوديوم كما يستعمل أيضا مادة صوديوم كربوكس ميثيل سليولوز (CMC) لزيادة كفاءة المنظف لاستعمال ما وأحيانا تضاف بعض المواد العطرية لاكتساب المنظف رائحة مستحبة •

والمنظف المتداول فى الأسواق يكون على هيئة مساحيق فى عبوات مختلفة وأحيانا يكون على هيئة

محاليل مركزة وذلك وفقا للاستخدامات المختلفة وتتراوح نسبة المادة الفعالة فى المنظف الصناعى من ٢٠ ـ ٢٥٪ ٠

وينتج عن استعمال هذه المنظفات سواء الاستخدام المنزلى (صرف صحى) أو فى الصناعات المختلفة (مخلفات صناعية) مثل صناعة النسيج والصباغة والصناعات المعدنية والدوائية وصناعات مواد التجميل ومواد البناء وفى عمليات استخراج البترول وغيرها الكثير أن تتسرب أحيانا الى مياه الأنهار أو البحيرات حيث تحدث تلوثا شديدا بها يتوقف درجة تأثيره على البيئة على التركيب الكيميائى لهذه المنظفات ٠

ويهمنا أن نذكر فى هذا الصدد نوعين من هذه المنظفات النوع الأول هو القابل للتحلل البيولوجى (Biodegradable Detergents) بواسطة الكائنات الحية الدقيقة (Microorganisms) الموجودة غالبا فى هذه المجارى المائية حيث تتحول الى مواد بسيطة عديمة الضرر وتعرف هذه المنظفات باسم المنظفات اليسرة (Soft Detergents) .

أما النوع الثانى فهو غير القابل للتحلل البيولوجى (Non-Biodegradable Detergents) حيث تتميز بثباتها ومقاومتها للتحلل والتفكك وبالتالى فلها آثار ضارة وخطيرة على

البيئة التي توجد بها وهي تعرف باسم المنظفات العسرة (Hard Detergents).

ومن المعروف علميا أن المنظفات الصناعية المحتوية على سلاسل كربونية مستقيمة (Branched Chains) تتحلل بيولوجيا أسرع من المنظفات المحتوية على سلاسل كربونية متفرعة (Straight Chains) وهذا هام جدا في حالة استخدام المنظفات الصناعية بكثرة في الاغراض الصناعية حيث يراد التخلص من الآثار السيئة الناتجة عن حدوث الرغاوى (Foams) الناتجة من استعمال المنظفات .

ومنذ سنوات طالعتنا الصحف في احدى البلاد الأوربية عن القاء بعض هذه المنظفات في مياه احد الأنهار بها حيث تغطى سطح المياه في هذا النهر ولمسافة عدة كيلو مترات بطبقة سميكة من الرغوة عزلت مياه النهر عن اكسوجين الهواء وبالتالى حدوث نقص شديد في كمية الاكسجين الذائب في الماء مما أدى الى هلاك الكثير من الأسماك والكائنات الحية الدقيقة في هذا النهر .

ومما هو جدير بالذكر أن نذكر أن الضرر الناتج عن التلوث بالمنظفات الصناعية لا يقتصر على نوع المنظف نفسه وتركيبه الكيميائى بل يشمل أيضا نوع

المادة المالثة (Builders) التى تضاف للمنظفات لزيادة كفاءتها السطحية (Surface Activity) ومن أشهر هذه المواد مركبات الفوسفات والتى تسبب أعظم الأضرار للمجارى المائية التى تلقى بها المياه الملوثة بهذه المنظفات ·

٢ ــ الأسمدة الزراعيه (Fertilizers)

استخدم الانسان منذ وقت بعيد بعض الأسمدة الزراعية لزيادة خصوبة التربة وزيادة انتاجها من المحاصيل الزراعية والتى يعتمد الانسان عليها فى غذائه وكسائه ، ومن أهم هذه الأسمدة مركبات الفوسفات والنترات واليوريا وعند الاسراف فى استخدام هذه الأسمدة فان جزءا كبيرا منها يتبقى فى التربة الزراعية ويكون زائدا عن حاجة النبات وبالتالى فيعد استنزافا للموارد المالية بالاضافة الى تسببه فى تلوث التربة ·

وعندما تروى هذه التربة بالماء فان هذه الأسمدة الزائدة تذوب فى مياه الرى وبمرور الوقت تصل هذه الأسمدة الى المياه الجوفية فى باطن الأرض الأمر الذى يؤدى الى تلوث هذه المياه وأيضا عندما تسقط الامطار فانها تحمل معها ما يزيد فى التربة من هذه الأسمدة وتشارك هذه الأمطار كلا من مياه الصرف الزراعيـة

والمياه الجوفية فى نقل هذه الأسمدة الى المجارى المائية القريبة للأرض الزراعية مثل الأنهار والبحيرات الأمر الذى يضر بالكثير من الكائنات الحية الموجودة فى هذه الأنهار والبحيرات •

ومما يجدر به الاشارة هنا ان مركبات الفوسفات ثابتة حيث تبقى أثارها فى التربة طويلا وكذلك فانها تتصف بأثرها السام فى كل من الانسان والحيوان وفى ذلك كل الخطر اذا أخذت مياه الشرب من مياه جوفية تحتوى على أثار من هذه الأسمدة ، وقد لوحظ أن زيادة نسبة مركبات الفوسفات فى مياه البحيرات انها تسبب فى نمو زائد للطحالب والنباتات المائية الأخرى الأمر الذى يصل بهذه البحيرات الى حالة التشبع الغذائى حيث تتحول بمرور الوقت الى مستنقعات خالية من الاكسوجين وبالتالى تخلو تماما من الأسماك والكائنات المائية الأخرى •

وحيث ان أغلب فوسفات الفلزات لا تذوب فى الماء فقد لوحظ أيضا ان الاسراف فى استخدام أسمدة الفوسفات يؤدى الى ترسيب بعض الفلزات النادرة التى توجد بالتربة الزراعية والتى يحتاجها النبات فى نموه وتحويلها الى مواد عديمة الذوبان فى الماء حيث تكون هذه الفلزات النادرة بعيدة تماما عن جذور النباتات ولا تستطيع أن تمتصها من المحاليل الموجودة فى التربة

لعدم ذوبانها وبالتالى يؤدى الى النقص فى نمو النبـات ومن أمثلة هذه الفلزات النحاس • ففى احدى الحالات أدى الاسراف فى استخدام أسمدة الفوسفات فى أحـد الحقول المنزرعة بالطماطم الى ترسيب الكميات الضئيلة من النحاس الموجودة فى التربة والذى أدى الى أن ثمار الطماطم التى نمت فى هـذا الحقـل جاءت خالية من الصبغة الحمراء المميزة لها وأصـبح لونهـا مائلا الى الاصفرار •

والنوع الآخر من الأسمدة الزراعية هى المركبات النتروجينية مثل نترات الكالسـيوم ونترات الامونيوم واليوريا وهى لازمة لنمو النباتات وقد وجد أن الاسراف فى اسـتخدام النترات يـؤدى الى تراكمهـا فى التربة الزراعية حيث ان النبات لا يسـتطيع أن يسـتهلك كل ما يضاف منها •

ومعنى هـذا ان الزيادة عن حاجة النبـاتات من مركبات النترات تنتقل مع مياه الرى وكذلك مع ميـاه الأمطار الى المياه الجوفية وبعدها تتسرب الى الأنهـار والبحيرات والخطورة عندما تكون هذه المجارى المائيـة مصدرا لمياه الشرب فان قدرا كبيرا من النترات يدخـل جسم الانسان مسببة له الكثير من الأضرار • وقد وجد العلماء أن مركبات النترات تتجمع فى أنسـجة بعض النباتات وبالتالى تصل هذه النترات الى الانسـان عن طريق مياه الشرب أو ما يتغذى به من نباتات وخضروات ولتفسير ذلك بأن النباتات تقـوم بامتصـاص ايون

النترات (NO_3) من التربة الزراعية ثم تقوم هـــذه النباتات باستخدام عنصر النتروجين الموجود في ايون النترات في تركيب الكثير من المواد التى تلزم لبنـــاء أجسامها وفى بعض الأحيان يحـدث أن تختلف السرعة التى يمتص بها النبات ايـون النترات من التربة عن السرعة التي يحول بها النبات هذه النترات الى الأحماض الامينية (Amino Acids) وهى المـادة الأوليـة للمـواد البروتينية (Proteins) وبالتالى ينتج عن ذلك وجـود فائض من مركبات النترات حيث تتجمع فى بعض أنسجة النبـات ، ومن أمثلة هـذه النبـاتات التى تختزن فى أنسجتها نسبة عالية من النترات ، بعض أنواع البقول والجزر والفجل والبنجر والكرنب والكرفس والخس ، وقد لوحظ بالتحاليل الكيميائيـة الدقيقة أن أنســجة هذه النباتات تحتوى على قدر صغير من ايون النتريت (NO_2) الذى يتـكون من اختزال مركبـات النترات ، وتصـل أيضـا النترات الى الانســان عن طريق بعض الأغـذية المعلبـة واللحـوم المملحة والمحفوظة وبعض المشروبات حيث يضاف اليها نتريت الصوديوم (Sodium Nitrite) لحفظها من التحلل والتلف لخواصها المضادة للجراثيم وقد اكتشف العلماء ان ايون النتريت هـــو الايون السام ، وان مركبات النترات يتحول جزء منهـا الى ايون النتريت الذى يؤدى الى تسمم الدم .

ومن المعروف أن ايون النترات ثابت الى حد كبير وبالتالى يقل نشاطه الكيميائى بينما ايون النتريت فهو

غير ثابت ويزداد نشاطه الكيميائي الذي يعطي له صفة السمية المميزة له ونتيجة لذلك فان كل النترات التي تدخل جسم الانسان لا تتحول الى نتريت ، بل يتحــول جزء صغير منها اذا ما توافرت الظروف المناسبة لذلك والباقي من النترات يفرزه الجسم عن طــريق الــكلى ، ومما يجدر الاشارة اليه ان تركيز ايون النتريت السام يزداد في جسم الانسان عن طريق تحول جزء من املاح النترات بواسطة البكتريا الى ايون نتريت او الدخـول مباشرة الى جسم الانسان عن طريق تناول بعض الأغذية المحفوظة والمعلبات كما أوضحنا ذلك من قبل ، وحديثا أجريت عــدة بحــوث لدراســة التغيرات الكيميائيــة والبيولوجية التي يحدثهــا ايــون النتريت في جســم الانسان حيث اتضح آن ايون النتريت يؤثر في الدم مباشرة ويمنعه من القيام بوظيفته الرئيسية وهي نقل الاكسوجين من الرئتين الى جميع خــلايا الجسم ، ومن المعروف ان الدم يحتوي على كرات دموية بيضاء خاصة بالجهاز المناعي للجسم وأخــرى حمراء والتي تحتــوي على مركب الهيموجلوبين (Haemoglobin) وهذا المركب يحتوي على ذرة حديد في تركيبه حيث تعتمد القــدرة التي يمتص بها غاز الاكسوجين على الحالة التي تكون عليها ذرة الحديد فعنــدما تكون ذرة الحــديد ثنائيــة التكافؤ (Fe^{++}) فان الهيموجلوبين يعمل بطريقــة طبيعية ويمتص الاكسوجين من الرئتين وينقله الى كافة

خلايا الجسم أما اذا تحولت ذرة الحديد الى ذرة حديد ثلاثية التكافؤ (Fe^{+++}) فا نالهيموجلوبين يفقد قدرته على نقل الاكسوجين ولا يقوم بوظيفتهالطبيعية ٠

ويطلق طبيا على هذه الحالة بتسمم الدم والتى قد تؤدى الى موت الخلايا ويموت معها الكائن الحى ويطلق على الهيموجلوبين الذى يحتوى على ذرة الحديد ثلاثية التكافؤ اسم ميثيموجلوبين (Methemoglobin) وهذا النوع يوجد فى دم الانسان السليم بنسبة ضئيلة تصل الى ٨ر٠٪ ويعتقد آن ايون النتريت يقوم باعاقة عمل بعض الانزيمات التى تختزل الحديد من حالة ثلاثية التكافؤ الى حالة ثنائية التكافؤ ٠ وتظهر أعراض تسمم الدم عنما يبلغ نسبة المثيموجلوبين حوالى ١٠٪ من وزن الهيموجلوبين ، وعندما تصل النسبة الى ٢٠٪ يحدث بعض الاضطرابات فى التنفس وفى النبض وعندما تصل الى حوالى ٧٠٪ تحدث الوفاة فى الحال وفى حالات التسمم الخفيفة يمكن علاج المريض باعطائه جرعة كبيرة من فيتامين ج (Vitamen C) فى الوريد مباشرة الذى يساعد على اختزال المثيموجلوبين وتحويله الى الهيموجلوبين ٠

ويعتقد بعض العلماء بأن ايون النتريت يتفاعل مع الامينات (Amines) الموجودة فى آجسام الكائنات

الحيـة ومنهـا الانســان ليعطى مركبـات النتروزامين (Nitrosamines) • وهى مركبات شـديدة السمية ووجودها فى جسم الانسان يمثل خطـورة كبيرة حيث تتسبب فى حدوث الأورام فى كل من المرىء والمعـدة والبنكرياس والكبد بصفة خاصة وكذلك الرئتين •

ويجدر الاشارة بأن مركبات النتروزامين لا تتكون فى الجسم فقط ولكنها قد توجد فى بعض أنواع الأغذية المحفوظة والمعلبة والتى تضاف اليها مركبات النترات والنتريت بالاضافة الى وجودها أيضا فى بعض أنواع الجبن والمشروبات •

وهكذا يتضح لنا من السياق السابق انه من الأهمية بمكان أن يكون هناك نوعا من الاحتياط والترشيد فى استخدام أى نوع من هذه الأسمدة الكيمائية مع مراعاة ما يحتـاجه النبات منهـا دون اسراف حتى لا يتسبب الزائد منها فى الأضرار بعناصر البيئة المحيطة بهـذه التربة ، بالاضافة الى العنـاية الشديدة بمياه الشرب علاوة على عدم الاسراف فى تناول الأطعمـة المحفوظة والمعلبة •

٣ ـ مبيدات الآفات (Pesticides)

المبيدات اصطلاح يطلق عـلى كل مادة كيميائيـة تستعمل لمقاومة الآفات الحشرية او الفطرية او العشبية وأية آفة أخرى تلتهم المزروعات اللازمة للانســان فى

غذائه وكسائه وتنقسم المبيدات الى ثلاثة مجموعات رئيسية تشمل المبيدات الحشرية (Insecticides) والمبيدات الفطرية (Fungicides) والمبيدات العشبية (Herbicides) كما تشمل أيضا مبيدات القوارض (Rodenticides) ومبيدات الديدان (Nematicides) وغيرها من أنواع المبيدات

وفى البداية استخدم الانسان بعض المواد المحضرة من النباتات الطبيعية لمقاومة الآفات مثل مادة النيكوتين (Nicotine) المحضرة من نبات التبغ (Tobacco) ومادة الروتينون (Rotenone) المحضرة من جذور نبات الدريس وهذه المواد مازالت تستخدم على نطاق محدود حيث تعتبر وفقا لهذا الاستعمال من مبيدات الآفات الآمنة فى استخدامها (Safe Pesticides) كذلك استخدم الانسان بعض الكيماويات غير العضوية مثل مادة كبريتات النحاس وبعض المركبات الأخرى والمحتوية على عناصر الزئبق والرصاص والزنك والكبريت وأخيرا عرف الانسان المبيدات العضوية التخليقية ذات الفاعلية الكبرى فى مقاومة الآفات حيث حضر أولا المبيدات الحشرية ثم تبعها المبيدات العشبية وأخيرا حضرت المبيدات الفطرية وغيرها من المبيدات •

والتلوث البيئى بمبيدات الآفات العضوية ظاهرة حديثة عرفها الانسان مع نهاية الحرب العالمية الثانية حيث أدى الاسراف فى استعمالها الى تلوث التربة

الزراعية حيث يتبقى جزء كبير من هـذه المبيدات فى الأرض الزراعية ويبقى آثرها مدة طويلة قد تصل الى عدة سنوات ٠

وتحمل ميـاه الامطار هـذه المركبـات من التربة الزراعيه الى المجارى المائيـة حيث تسـبب الكثير من الاضرار للكائنات الحية المائية كما تصيب بالضرر ايضا كلا من الانسان والحيوان ٠

وقد اكتشف العلماء ان النباتات التى تزرع فى التربة والمحتوية على بعض هذه المبيدات تختزنهـا فى آنسجتها حيث تنتقل الى الحيوانات التى تتغذى على هذه النباتات وتظهر فى ألبانها وفى لحومها وتسبب الـكثير من الضرر لمن يتناولون هـذه الألبان واللحـوم ، وفى بعض البلدان تستخدم هذه المبيدات عن طريق الرش فى الحقـول بواسـطة الطائرات حيث تلـوث الهـواء بالاضافة الى تلوث التربة ٠

وقد وجد ان بعض المبيـدات الحشرية والعشـبية تتسبب فى قتل الكثير من الكائنات الدقيقة التى تعيش فى الماء حيث ان هذه الكائنات لها دور هام فى حفظ التوازن الطبيعى للبيئة حيث تساهم فى حفظ الماء من عوامل التلوث لأنها تسـاعد عـلى الحفاظ على نسـبة الاكسوجين الذائب فى الماء ، وتتسبب كذلك المبيدات

الحشرية فى قتل الكثير من الكائنات الحية عن طـريق ما يعرف بسلسلة الغذاء (Food Chain) ولشرح هـذه السلسلة نقول بأنه اذا التهمت حشرة صـغيرة احـدى وريقات نبات ملوث بمبيد حشرى ثم تأتى حشرة أكبر فتلتهم بعضا من الحشرات الصغيرة تم يأتى طائر صغير فيأكل عدد كبيرا من هذه الحشرات الكبيرة وفى النهاية يأتى طائـر أكبر ويلتهم بدوره الطائر الصـغير ومن الخطـوات المتتالية السـابقة يتركز المبيد الحشرى فى جسم الكائن الحى حيث يبلغ أقصى تركيز فى جسـم الكائن الحى الذى يقع فى نهاية هذه السلسلة الغذائية ·

ويؤدى الاسراف فى استخدام هذه المبيدات الحشرية الى فقدان التوازن الطبيعى فى البيئة الموجودة بين الآفات والأعداء الطبيعيين لها ، ومن أمثلة ذلك انتشـار آفات العنكبوت الأحمر ودودة اللوز فى مصر بعـد الاسراف الشديد فى استخدام بعض المبيدات الحشرية والتى أدت الى قتل الأعداء الطبيعيين لهـذه الآفات كذلك نتج عن استعمال تركيزات عالية من أحـد المبيـدات الخاصـة بمقاومة دودة ورق القطن أن أصيب بالتسمم أعـداد كبيرة من الحيـوانات المتواجـدة فى الحقول وأدى الى موتها · ويصاب كذلك الانسان بالكثير من الأضرار حيث يصاب العمال اللذين يعملون فى مصانع انتاج هـذه المبيدات ببعض أعراض التسمم ان لم تتخذ الاحتياطات اللازمة لوقايتهم كذلك يتعرض لنفس الخطر العمـال

الزراعيون أثناء القيام برش هذه المبيدات فى الحقول الزراعية بالاضافة الى بعض سكان القرى القريبة من هذه الحقول ·

وقد لاحظ العلماء بأن الانسان يتأثر بهذه المبيدات بطريقة غير مباشرة حيث يتغذى على النباتات والحيوانات لحومها وألبانها وبالتالى يصل اليه عن طريق السلسلة الغذائية ما يختزن من المبيدات فى أنسجة هذه النباتات والحيوانات وأيضا بعض منتجاتها الملوثة مثل البيض واللبن ومنتجاته كالزبدة والجبن والقشدة ·

وقد أدى الاسراف الشديد فى استعمال المبيدات الى وجود آثار منها فى كل مكان سواء فى الهواء أو فى الماء أو فى التربة وأيضا فى أجسام الكثير من الكائنات الحية ·

وقد وجد العلماء ان استخدام نوع جديد من المبيدات لأول مرة ان الغالبية العظمى من الحشرات تتأثر به وتهلك بينما قلة منها تقاوم المبيد ولا تتأثر به وهكذا بتوالد الأجيال لهذه الحشرات تكتسب مناعة ضد هذا النوع من المبيدات وبسبب هذا السلوك الطبيعى يعمل علماء الكيمياء على انتاج أنواع جديدة من المبيدات أكثر فعالية فى مقاومة الحشرات وذلك بالاضافة الى استخدام مخاليط بنسب معينة تحتوى على

أكثر من نوع من المبيدات لمقاومة الآفات الضـارة فى محاولة للتغلب على هذا السلوك الطبيعى لهذه الحشرات واكتسابهم المناعة ضد هذا النوع من المبيدات ونلاحظ ان هذه الطريقة قد تزيد من فعالية المقاومة ضد هذه الآفات الا انها فى النهاية تزيد من كمية التلوث البيئى الناتج من استخدام أكثر من نوع من المبيدات .

ومن الخطورة بمكان ان هناك الكثيرين من الناس يسرفون فى استعمال هذه المبيدات داخل بيوتهم لمقاومة الحشرات الطائرة والزاحفة بالطرق الخاطئة دون اخذ الاحتياطات اللازمة عند استعمال هذه المبيدات ، فهذه المبيدات شديدة الضرر على الأطفال وكبار السن والنساء الحوامل لما تسببه من تشوهات للأجنة وقد اتضح كذلك ان لبن ثدى بعض الامهات يحتوى على تركيز طفيف من هذه المبيدات وفى ذلك خطورة شديدة للأطفال الرضع، ومن الأخطار الشديدة التى يسببها التعرض لتركيز عال من هذه المبيدات الاصابة بالاضطرابات فى الوظائف الحيوية لكل من المعدة والكبد والكلى وبالاضـافة الى فقدان الذاكرة وبعض مظاهر الخمول والتبلد ، ووجد بعض العلماء انها تؤدى الى تدمير العناصر الوراثيـة فى الخلايا بالاضافة الى تشوه الأجنة .

وقد يتساءل البعض منا : ألا يمكن الاستغناء عن المبيدات الحشرية والفطرية وغيرها من المبيدات الأخرى كلية ؟ وبالتالى نتجنب هذه الأضرار والمخاطر ؟

والجواب : بأننا لو امتنعنا عن استخدام هذه المبيدات ولو لفترة قصيرة لأدى ذلك الى انتشار الحشرات وكافة الآفات بصورة هائلة وبالتالى تقضى على الكثير من المحاصيل والمزروعات والتى يعتمد عليها الانسان في غذائه وكسائه ٠ وهناك باستمرار اتجاهان متضادان ٠ الأول هو مطالبة الزراع باستخدام المزيد من المبيدات لمقاومة الآفات بكافة أنواعها والتى تصيب زراعتهم بأضرار جسيمة وتسبب لهم الخسائر المادية الفادحة والاتجاه الآخر مخالف له حيث يطالب القائمون بالحفاظ على البيئة بالحد من استخدام هذه المبيدات التى تؤدى بكثرة استخدامها الى التلوث البيئى والى الأضرار بكل من الانسان والحيوان والنبات وقد بذل علماء البيولوجيا الكثير من الجهد ولم يقفوا مكتوفي الأيدى أمام هذه الأضرار حيث تمكن فريق منهم من استخدام المواد الجاذبة للجنس التى تطلقها اناث الحشرات حيث تجذب ذكور هذه الحشرات من كل مكان وبالتالى يمكن تجميع هذه الذكور فى مكان واحد ومحدد والقضاء عليها بمبيد حشرى مناسب دفعة واحدة وواضح ان هذه الطريقة تقلل من أخطار هذه المبيدات بالاضافة الى أن المواد الجاذبة للجنس لأحد الأنواع يجذب فقط ذكور هذا النوع بينما لا يتأثر به ذكور الحشرات الأخرى أي إنها مواد نوعية فى تأثيرها (Specific) وبالتالى يمكن

القضاء على نوع ما مطلوب من الحشرات الضارة دون المساس بحشرات أخرى قد تكون نافعة للانسان ٠

ولا يسعنا هنا أن نذكر في هذا الصدد الاتجاه العالمى الحديث للبحوث الخاصة بمقاومة الآفات حيث اتجه العلماء مؤخرا الى ما يعرف بالمقاومة البيولوجية للآفات حيث تستخدم عدة أنواع مختلفة من البكتريا والفطريات والفيروسات وبعض الكائنات الأولية والتى يمكنها من الاعاشة على الحشرات الضارة وابادتها كذلك الاستفادة من منجزات العلوم الحديثة مثل الهندسة الوراثية (Genetic Engneering) وغيرها ونتيجة لذلك فان معركة الانسان الأزلية ضد الآفات الضارة بكافة أنواعها ستكون فى صالحه مع الاقلال بطريقة فعالة من استخدام مبيدات الآفات الضارة لكل الكائنات الحية من انسان وحيوان ونبات ٠

٤ ـ الفلزات الثقيلة : (Heavy Metals)

يعتبر تلوث المياه بالفلزات الثقيلة ذات التأثير السام مثل الزئبق والرصاص والكادميوم من المشكلات الهامة التى تضر بكافة الأحياء المائية الموجودة فى هذه المياه حيث لوحظ أن بعض المصانع الخاصة باستخلاص الفلزات واستخدامها لطرق التحليل الكهربى (Electrolysis) وتوجد فى خلاياها الكهربائية أقطاب تحتوى على

الزئبق تحتوى مخلفاتها من ميـاه الصرف عـلى كميـة ضئيلة من الزئبق الأمر الذى ينطـوى عـلى الـكثير من الأخطار عند تسرب هذه المياه الى الأنهـار والبحـيرات المجاورة •

كذلك ينتج التلوث بالزئبق بسبب المصانع المنتجة لغاز الكلور حيث يستخدم أيضا الزئبق فى خلايا التحليل الكهربى لمحلـول ملح الطعـام للحصـول على الـكلور والصودا الكاوية فينتج عن ذلك تلوث جـوى بابخـرة الزئبق سرعان ما تنتشر فى الأماكن المجاورة لهـــذه المصانع •

وقد اكتشف العلمـاء من التحـاليل الدقيقة التى أجريت على مياه الأنهار والبحيرات الملوثة ان فلز الزئبق يتركز فى المواد العالقة وبعض النباتات الطافية مثل نبات ورد النيل والتى يكثر تواجدها فى الأنهـار والبحيرات ونظـرا لأن الأسـماك التى تعيش فى هـذه الأنهـار والبحيرات تتغذى دائما على هذه المواد العالقة والنباتات الطافية فان فلز الزئبق يدخل أجسامها بنسبة عالية مع هذا الغذاء وبالتالى فهناك خطر كبير على صحة الأفراد الذين يأكلون هذه الأسماك الملوثة حيث يتراكم الزئبق فى أجسامهم لتناولهم لهذه الأسـماك الأمر الذى يضر بصحتهم وقد يؤدى بحياتهم نتيـجة للتسمم بالـزئبق ومن أعراض التسمم بالزئبق الاحسـاس بالصـداع

وبالدوار والشعور بالتعب والارهاق وهذا فى حالات التسمم الخفيفة بينما يسبب تلف الكلى وحدوث اضطرابات شديدة فى الجهاز الهضمى فى حالات التسمم الشديدة ٠

وقد أوصت هيئة الصحة العالمية بأنه يجب ألا يزيد الحد الأقصى لكمية الزئبق التى تدخل جسم الانسان عن ٣ر٠ مليجرام فى الأسبوع الواحد ومن هنا نلاحظ انه من الخطورة بمكان سهولة تجاوز الفرد لهذا الحد الأقصى من الزئبق اذا ما تناول كيلو جراما أو أكثر من الأسماك الملوثة بالزئبق فى خلال أسبوع واحد وقد حذر علماء البيئة فى البلدان التى بها هذه الانهار والبحيرات الملوثة بالزئبق حكوماتهم لمنع صيد الأسماك من هذه الأنهار والبحيرات حرصا على حياة المواطنين فى هذه البلاد ٠

ويعتبر عنصر الرصاص من العناصر الرئيسية التى تسبب التلوث البيئى ٠ وأكثر مصادر التلوث بالرصاص هو وجوده فى عادم السيارات حيث تضاف مادة رابع ايثيل الرصاص الى الجازولين لزيادة رقم الأوكتان له ويؤدى التلوث بالرصاص الى الشعور بالضعف العام والانيميا واصابة الجهاز العصبى والكلى بأضرار جسيمة بالاضافة الى التأثير السيىء على الأطفال واصابتهم بالتخلف العقلى كذلك فالتلوث بالرصاص تراكمى

(Cumulative) حيث تزداد نسبته بالجسم تدريجيا كما وجد انه يمكن احلاله بدلا من الكالسيوم فى العظام ٠

وقد حددت الأوساط الطبية الحد الأقصى المسموح به لتركيز الرصاص فى الدم بما لا يتجاوز ٤ر٠٪ جزء فى المليون للكبار وللأطفال الصغار بمالا يتجاوز ٣ر٠٪ جزء فى المليون وليس الزئبق والرصاص فقط هما المسببان فى هذا التلوث فهناك فلزات ثقيلة أخرى - مثل الكادميوم والزرنيخ لها نفس الآثار الضارة عندما توجد فى مياه الأنهار والبحار وتركيزها فى أجسام الأسماك وغيرها من الكائنات المائية حيث يتسبب الكادميوم فى الأضرار بالكبد وعدم آدائه لوظائفه المتعددة داخل الجسم بالاضافة الى تسببه فى ارتفاع ضغط الدم ، أما الزرنيخ فانه يؤدى الى اصابة جسم الانسان بالتسمم العام واصابته بأضرار قاتلة ٠

التلوث بمياه الصرف الصحي :

تنشأ مياه الصرف الصحي نتيجة الاستخدامات المختلفة للمياه مثل الاستعمال المنزلي في عمليات اعداد الطعام والاستحمام وعمليات الغسيل واستخدام دورات المياه كذلك تضاف الى مياه الصرف الصحي مياه الامطار وغيرها من الاستخدامات المختلفة للمياه داخل المدن ·

وتحتوى مياه الصرف الصحي على مواد عضوية تشمل المخلفات الآدمية والصابون والمنظفات ومواد دهنية وزيتية وشحومات ومواد غذائية ومخلفات ورقية وأخرى غير عضوية مثل الرمال والطين والامونيا وأملاح الإمونيوم والاملاح المعدنية وخاصة أملاح الفوسفات والنترات وهذه المواد توجد معلقة أو ذائبة في المياه بالاضافة الى الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا والفيروسات وهذه المياه تتميز باللون الرمادى الداكن والرائحة الكريهة الناتجة من تحلل المواد العضوية بفعل البكتريا اللاهوائية التى تحتويها هذه المياه ·

[ويتم التخلص من مياه الصرف الصحى بالقائها فى المجارى المائية كالأنهار والبحيرات حيث تتسبب فى الكثير من الأضرار لكافة الكائنات المائية بها وتجعل مياه هذه الأنهار والبحيرات غير صالحة للشرب وذلك بسبب ما تحتويه مياه الصرف الصحى من مواد ضارة عالقة أو ذائبة بها]

والتلوث البيئى الناتج من مياه الصرف الصحى قد يحدث كذلك عند القاء هذه المياه فى البحار حيث يوجد الكثير من المدن والتى تقع على شواطىء هذه البحار تلقى بمياه الصرف الصحى فى هذه البحار ٠

ويتوقف مقدار تلوث المجارى المائية كالأنهار والبحيرات بمياه الصرف الصحى التى تلقى بها على عدة عوامل مختلفة أهمها :

كمية مياه الصرف الصحى الملقاه وما تحتويه من شوائب وفضلات واتساع النهر أو البحيرة وسرعة سريان المياه داخل المجرى المائى وكمية الاكسوجين الذائب فى مياه الأنهار والبحيرات اضافة الى نوع البكتريا ونشاطها فى تحليل الفضلات التى تحتويها هذه المياه ٠

وقد وجد أن التخلص من مياه الصرف الصحى فى الأنهار أو البحيرات بطريقة غير مدروسة يؤدى الى

تغيرات كثيرة لمياهها ومن هذه التغيرات ان الاكسوجين الذائب فى الماء يستهلك معظمه فى العمليات التحللية مثل التحلل بالبكتريا الهوائية للمواد العضوية التى تحتويها مياه الصرف الصحى فاذا ما أضيفت كميات أخرى من مخلفات الصرف الصحى فانها لن تجد الاكسوجين الكافى واللازم لعملية تحللها وبالتالى التخلص منها ونتيجة لذلك فانها تبقى كما هى وتبدأ عمليات التلوث البيئى حيث تصبح مياه تلك المصادر الطبيعية للمياه غير صالحة للاستهلاك الآدمى أو لأعمال الرى للاراضى الزراعية بالاضافة الى تأثر الكائنات المائية مثل الأسماك بهذا التلوث ٠

ويجب أن نذكرها فى هذا الصدد بأن القاء مياه الصرف الصحى بكميات كبيرة وبصورة مستمرة فى المجارى المائية كالأنهار والبحيرات يؤدى الى قله فاعلية العناصر الطبيعية فى تحليلها للمخلفات وبالتالى الاقلال من أضرارها ٠

والعناصر الطبيعية تشمل البكتريا بأنواعها المختلفة والاكسوجين الذائب فى الماء وضوء الشمس بالاضافة الى الكائنات المائية الدقيقة الأخرى وبمرور الأيام تزداد كمية المخلفات من المواد العضوية ومركبات الفوسفات والنترات والتى تعتبر غذاء هاما لنمو

النباتات حيث تتكاثر بشكل كبير كذلك تنتشر الطحالب الخضراء التى تغطى سطح هذه الانهار والبحيرات بطبقة لزجة خضراء ومن جهة اخرى تقل كميــة الاكســوجين الذائبة فى مياه هذه المجارى المائية مما يؤدى الى ذبول النباتات وموت الكائنات المائية كالأسماك ونتيجة لتحلل هذه الكائنات المائية تتحول هذه الأنهار والبحيرات الى مستنقعات راكدة تساعد على انتشار التلوث البيئى فى الأماكن المجــاورة لهــا وتحول الأنهــار والبحيرات الى مستنقعات راكدة ظاهرة تعرف بالتشبع الغذائى (Eutrophication).

وللتخلص من ميــاه الصرف الصــحى يجب أولا معالجتها جيدا وذلك بالتخلص مما بها من شوائب معلقة ومواد وأملاح ذائبة وذلك للتقليل من خطورتها عنــد القائها فى المجارى المائية كالأنهار والبحيرات والبحار .

وهناك عدة طرق تستخدم للتخلص من مياه الصرف الصحى فى المدن أولها هو القاء هذه المياه بعد معالجتها فى البحار أو المحيطات وعلى مسافات بعيدة من الشواطىء وأيضا على أعمــاق كبيرة من ســطح هــذه البحــار أو المحيطات وبذلك تعمل العناصر الطبيعية كاكســوجين الهواء وأشعة الشمس على التخلص من المكونات العضوية لهذه المياه وتخفيف ما بها من أملاح وخاصة الفوسفات والنترات .

والطريقة الأخرى تتضمن القاء مياه الصرف الصحى بعد معالجتها فى أماكن يحسن اختيـارها فى المنـاطق الصحراوية والبعيدة عن المدن الآهلة بالسـكان ويجب عند استخدام هذه الطريقة أن تكون التربة الصحراوية التى تلقى بها هذه المياه ذات مسامية عالية لكى تتسرب منها المياه بسهولة وبالتالى عدم تجمعها على هيئة برك ومستنقعات تزيد من التلوث البيئى فى هذه المناطق .

وللتخلص من مياه الصرف الصحى من المنازل استخدام فى البداية نظام البيارات وهى عبارة عن آبار تحفـر بجوار المنازل ومغطاه حيث تلقى بها مياه الصرف الصحى ويتم تفريغها عن امتلائها حيث تقـوم عربات خاصـة بنقلها خارج المدينة الى آماكن خاصة للتخلص منها .

وواضح تماما أن التخلص من مياه الصرف الصحى بهذه الطريقة يسـاعد كثيرا عـلى زيادة التلوث البيئى سواء فى أماكن هذه البيارات أو فى آماكن التخلص من هذه المياه وحديثا استخدم نظام شبكات الصرف الصحى داخل المدن حيث تقوم بنقل ميـاه الصرف الصحى من المنازل وتوصيلها الى آماكن خاصة لمعالجتها بعدة طرق خاصة تختلف وفقا لدرجة تلوث هـذه المياه حيث يتم التخلص من معظم الشوائب العالقة والمواد الكيميائية والمكونات البيولوجية الموجودة بهذه المياه والتى لها أشد الضرر على الصحة العامة للانسان وبعـد هـذه المعالجة

تلقى هذه المياه أما فى المجارى المائية كالأنهار والبحيرات والبحار أو فى الأماكن الصحراوية البعيدة عن العمران.

ويجب الاشارة هنا فى هذا الصدد الى نوع آخر من المياه يجب التخلص منه وهو مياه الصرف الصناعى حيث تساهم كثير من المصانع وخاصة الكيماوية منها فى تكوين هذه المياه والتى تسبب الكثير من الأضرار اذا ما ألقيت فى المجارى المائية كالبحيرات والأنهار دون معالجتها بالطرق المناسبة وتتوقف درجة التلوث الناتج من هذه المياه وفقا لنوع الصناعة والمخلفات الناتجة عنها . ومياه الصرف الصناعى تحتوى على العديد من المواد الكيميائية ذات الخواص المتعددة تبعا لنوعها والضارة بالصحة العامة للانسان حيث تتميز بدرجة عالية من السمية فبعض هذه المواد تسبب الحساسية والالتهابات الشديدة بالجلد وبعضها يسبب أمراضا خطيرة وقاتلة كالسرطان وأخرى تسبب تليفا بالكبد واصابة الكلى بالفشل الكلوى وبسبب هذه الأضرار الفادحة التى تصيب الانسان فيلزم على كل مصنع أن يجرى عملية المعالجة لمياه الصرف الصناعى الخاصة به قبل القائها فى المجارى المائية وذلك لعلمه التام بنوعية وكمية المواد الكيميائية الموجودة فى هذه المياه وبالتالى يمكن التخلص منها بسهولة وبأقل تكاليف ممكنة .

التلوث بالمواد البترولية :

يمثل التلوث بالبترول ومخلفاته الكثير من الخطر على كافة الكائنات الحية حيث ان البترول يحتوى فى مكوناته على الكثير من المركبات الكيميائية والتى تختلف فى تركيبها وخواصها فهو يحتوى على المواد الهيدركربونية الاروماتية (Aromatic Hydrocarbons) مثل : البنزين والطولوين وايثيل البنزين والزيلينات كذلك النفتالين والانثراسين والفينانثرين والبيرين والبنزوبيرين ٠

والموادالهيدروكربونيةالاليفاتية (Aromatic Hydrocarbons) بمختلف أنواعها اضافة الى المركبات الكبريتية (Sulphur Compounds) مثل الكبريتيدات والثيوفين والكحولات الكبريتية ، وأيضا المركبات النيتروجينية (Nitrogen Compounds) مثل البيريدين والبيرول والاندول والكينولين علاوة على المركبات الاكسوجينية (Oxygen Compounds) مثل الفينولات والكريزولات والأحماض النافثينية ، وأخيرا بعض العناصر الفلزية مثل الحديد والمغنيسوم والنيكل والفانديوم والزرنيخ ٠

والخطر هنا هو وصول هذه المركبات الخطرة الى الكائنات البحرية وخاصــة الأســماك حيث تتراكم فى أنسجتها وبالتالى تتسبب فى الكثير من الأضرار الصحية لمن يتناول هذه الأسماك الملوثة فى غذائه .

والبترول كما هو معروف ـ مصدر هام وحيــوى من مصادر الطاقة بالاضافة الى انه مصدر للعــديد من المواد الكيميائية الأساسية فى صناعة الكثير من المنتجات ذات الانتشار الكبير فى كافة مجــالات الحياة وتعــرف بالمنتجات البتروكيماوية (Petrochemicals) مثل المنظفات الصناعية والبلاســتيك والمطاط والألياف الصناعيــة (التركيبية) والدهانات والمبيدات الحشرية والعشبية وغيرها الكثير من المنتجات الهامة .

وموضوع التلوث بالبترول يعد من الظواهر الحديثة نتيجة الاعتماد عليه كما سلفنا كأحد المصادر الحيوية للطاقة ، والمتأمل للكثير من الأماكن المطلة على البحــار مثل المدن الساحلية حيث يجده على رمال الشواطىء على صورة مخلفات ســوداء الأمر الذى يســبب الكثير من المضايقات والأضرار لرواد هـــذه الشــواطىء كذلك نشاهد أحيــانا بقــع سوداء طافية فوق ميــاه البحــار والمحيطات حيث تختلط بهذه الميــاه مســببة أضرارا شديدة لمختلف الكائنات البحرية .

ويحدث التلوث بالبترول أثناء عمليات الحفر لاستخراجه من حقول البترول والتي غالبا ما تكون بالقرب من البحار وأيضا داخل مياهها ، اضافة الى الحوادث البحرية والتي تحدث لناقلات البترول أثناء عبورها لمياه البحار والمحيطات ، وكذلك كثيرا ما تلقى هذه الناقلات مخلفاتها البترولية أثناء سيرها فى المحيطات .

ونظرا لأن كثافة البترول الخام أقل من كثافة الماء فانه يطفو فوق سطح مياه البحار أو المحيطات ويكون سدا مانعا بين أكسوجين الهواء الجوى وسطح المياه فى هذه البحار والمحيطات مما يؤثر تأثيرا سيئا على الكائنات الحية المائية التى تعيش فى هذه المياه .

وكلنا نعلم عن حرب الخليج وما أحدثته من ضرر كبير فى تلوث البيئة المحيطة ، حيث تسربت كميات هائلة من البترول الى مياه الخليج مكونة طبقات هائلة منه طافية على سطح مياهه مسببة الكثير من الأضرار لكافة الكائنات البحرية من أسماك وطيور اضافة الى الضرر الشديد لمحطات تحلية المياه الموجودة فى هذه المنطقة وقد أدت هذه الحرب الى اشتعال النيران بطريقة لم تحدث من قبل فى حقول آبار البترول الأمر الذى نتج عنه تصاعد كميات هائلة من غازات شديدة الضرر

كأول وثاني اكسيد الكربون بالاضافة الى الغازات الكبريتية والنتروجينية ذات الأثر الحمضى والتى أدت الى الحاق أضرار بالغة لكافة الأحياء من نبات وحيوان وبشر فى هذه المنطقة وأيضا فى البلاد المجارة • ونتيجة لهذه الكميات الهائلة من الغازات الضارة حدث أن تكونت طبقة عازلة منها بين سطح الأرض وطبقات الجو العليا حيث أدت الى حجب الشمس وما تصدره من أشعة حرارية عن سطح الأرض مؤدية الى انخفاض ملموس فى حرارة سطح المنطقة الأمر الذى أضر كثيرا بسبل الحياة لكافة الكائنات •

ومن الأثار السيئة كذلك لاحتراق البترول فى المنطقة تكوين أبخرة المعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم والتى بدورها تذهب الى النبات والحيوان وبالتالى ينتقل هذا الضرر الى الانسان عندما يتناول غذائه الملوث بهذه المعادن ذات الأثر الضار عن طريق ما يعرف بسلسلة الغذاء (Food Chain)

وهناك الكثير من الآراء التى تقول بأن آثار هذا التلوث وما سببه من أضرار بعناصر البيئة المحيطة به سيستمر لعدة سنوات مقبلة •

والآن سوف نشرح كيفية حدوث التلوث بالبترول ومخلفاته حيث يحدث بطرق مختلفة سواء أثناء عمليات

استكشاف أو استخراج البترول من الآبار البحرية أو تسربه من بعض خطوط الأنابيب (Pipe Lines) التى تحمل الزيت من أماكن انتاجه الى شواطىء البحار كذلك تسربه من الصهاريج الساحلية خلال عمليات شحن وتفريغ الناقلات ولا ننسى كذلك فى هذا الصددالنفايات والمخلفات البترولية الناتجة من ناقلات البترول وما تحدثه أحيانا من حوادث خلال سيرها فى البحار والمحيطات ٠

كما أن هناك بعض العمليات الهامة والتى تجرى قبل تقطير البترول الى مشتقاته (Fractional Distillation) كفصل ماء البحر عن الزيت الخام (Crude oil) والقاء هذا الماء والمحتوى عادة على جزء صغير من الزيت الخام فى البحر تساهم أيضا فى حدوث هذا التلوث ٠ فعندما يتسرب زيت البترول ويصل الى مياه البحر كما أسلفنا يبدأ فى الانتشار تدريجيا وفى النهاية يكون طبقة كبيرة تطفو على سطح البحار أو المحيطات حيث ان كثافة الزيت أقل من كثافة الماء وتتوقف مساحتها على حجم الزيت المتسرب ٠ والبترول كما هو معروف يحتوى فى تركيبه على مواد هيدروكربونية متطايرة (Volatile Hydrocarbons) تتوقف نسبتها على نوع وخواص زيت البترول ، حيث تتبخر منه وتحملها الرياح مسببة تلوث أجواء المناطق القريبة من بقعة

الزيت حيث يزداد بزيادة نسبة المـواد المتطـايرة فى الهواء ٠

كذلك فان زيت البترول يختلط بالماء مكونا معـه مستحلبا (Emulsion) يؤدى الى تلوث المياه عـلى اعماق كبيرة فى البحار وتتوقف درجة التلوث الناتج عن تصاعد الاجزاء الطيارة وتكوين المستحلبات السابق ذكرها على عدة عوامل منها الخواص الطبيعية للزيت مثل الكثـافة والضغط البخارى ودرجة اللزوجة بالاضافة الى الظروف الطبيعية مثل : درجة الحرارة لكلا من الجو ومياه البحر والمحيطات وكذلك حركة الأمواج وشدة الرياح ٠

ومن الآثار الخطيرة لتلوث المياه بزيت البترول أن تعمل بقعة الزيت البترولية كمذيب (Solvent) لبعض المـواد التى تلقى فى البحـار مثل المبيـدات الحشرية والمنظفات الصناعية وغيرها حيث يؤدى ذلك الى زيادة تركيز هذه المواد فى المنطقة الموجودة بها بقعـة الزيت وبالتالى زيادة التلوث وأيضا فقد ذكرنا فيما سبق أن الزيت يكـون مسـتحلبا مع الماء والذى بدوره يقـوم بامتصـاص بعض العنـاصر الثقيلة مثـل الرصـاص والزئبق والكادميوم الموجودة فى مياه البحر وبالتـالى تركيزها فى منطقة التلوث وحدوث أضرار كبيرة لها ٠

وتؤدى المكونات الثقيلة من زيت البترول الى تكوين كتل متفاوتة الحجم سـوداء اللـون وتعرف بالـكرات القارية (Tar Balls) حيث تنتج من أكسدة مكونات

البترول الثقيلة بأكسوجين الهــواء الجوى وقد أوجـد التحليل الكيميائى بأن هذه الكرات تتكون من مركبات هيدروكربونية ذات العدد الكبير من ذرات الكربون كما تحتوى على بعض المركبات الكبريتيــة والنتروجينيــة والاكسوجينية وأيضا بعض المركبات الاسفلتية .

وهذه الكرات تحملها الامواج وتيارات المياه لكي تلقيها على شواطيء البحار مسببه لها التلــوث والضرر والبعض الآخر تتحول بمضى الزمن الى رواسب ثقيلة تهبط الى قاع البحار والمحيطات .

ومن الأضرار الخطيرة المصاحبة لتلوث المياه بزيت البترول أن يحدث بعض التفاعلات الكيميائيه الضوئية (Photochemical Reactions) لطبقــات الــزيت الطافيـــة بفعل اشعة الشمس واكسوجين الهواء وفي وجود بعض الفلزات الثقيلة المتواجدة فى المستحلبات المتــكونه من اختــلاط هــذه البقعة الزيتية بالمــاء وينتج من هــذه التفــاعلات أن تتأكســد المركبــات الهيــدروكربونية الموجودة فى زيت البترول حيث تتكون بعض الشــقوق الحرة النشطة (Free Radicals) والتى تتفاعل مع بعضها منتجة مركبات كيميائية مختلفة فى تركيبها وخواصها حيث أظهــرت التحــاليل الكيميائيــة انها تتــكون من الكحولات والالدهيدات والــكيتونات وبعض المركبــات الاورماتية وهذه المركبات الكيميائية سامة ولها القابلية

للذوبان فى الماء وبالتالى تؤدى إلى الكثير من الأضرار للبيئة البحرية القريبة من هذه البقع الزيتية وتتسبب فى قتل الكثير من الكائنات البحرية كالأسماك وغيرها ٠

والآن نتساءل : ماذا يمكن عمله للتخلص من بقع الزيت البترولية والتى تتكون بالكيفية السابق ذكرها٠ بداية نقول ان هناك بعض الأنواع من البكتريا والتى لها القدرة على تحليل جزئيات المركبات الهيدروكربونية وتحويلها الى جزيئات صغيرة تذوب فى الماء وقليلة الضرر للكائنات البحرية ولكن لا يمكن الاعتماد على هذه العملية لأن معدل التحلل بهذه البكتريا بطىء ويلزم له الكثير من الوقت لازالة هذا التلوث وهناك عدة طرق أخرى تستخدم للتخلص من هذه البقع الزيتية ومن أمثلتها احراق طبقة الزيت البترولية الا آن هذه الطريقة أحيانا يصعب استخدامها بسبب ان مياه البحر تبرد الطبقة الزيتية وبالتالى تمنع اشتعالها اضافة ان هذه الطريقة تتسبب فى تلوث الهواء بالأبخرة والغازات الضارة لكافة الكائنات الحية ٠

ومن الطرق الهامة لازالة البقع الزيتية استخدام المنظفات الصناعية حيث تكون مع طبقة الزيت مستحلبا على درجة عالية من الثبات حيث ينتشر تدريجيا فى مياه البحر ، فيتم بذلك تخفيف تركيز الزيت حيث تستطيع البكتريا آن تقوم بتحلل هذه المخلفات وبالتالى تختفى

بقعة الزيت فى مدة زمنية قصيرة ولكن لا ننسى أيضا أن استخدام هذه المنظفات الصناعية وخاصة عندما تكون بقعة الزيت كبيرة الحجم وبالتالى يلزم لها استخدام كميات ضخمة من هذه المنظفات أن يؤدى ذلك الى زيادة نسبة التلوث الكيميائى لمياه البحر وما يسببه من آثار ضارة وخطرة على حياة الكائنات البحرية التى تعيش بالقرب من منطقة التلوث • ومن الطرق الأخرى لازالة التلوث بالبترول هو رش طبقة الزيت بمواد لها قدرة عالية على التماسك بالزيت وذات كثافة عالية حيث تؤدى الى رسوبه فى قاع البحر •

وأخيرا فانه يوجد طريقة لازالة البقع الزيتية تتلخص فى استعمال بعضا من الحواجز الطافية فوق سطح البحر لمنع انتشار الزيت وحصره فى مكان محدد وبواسطة قوارب خاصة مزودة بمضخات ماصة يتم امتصاص بقعة الزيت وبالتالى التخلص من البقعة الزيتية ، واضح أن هذه الطريقة لا تحدث تلوثا من أى نوع كما انه يمكن استعادة الزيت دون فقده •

وبعد فمن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد مشاكل التلوث فى البحار التى يطل عليها عالمنا العربى •

ونذكر البحر الأبيض المتوسط حيث يرجع التلوث به أنه أحد الممرات المائية الهامة بين الشرق والغرب

حيث تعبره ناقلات البترول القادمة من الخليج العربى شرقا والى الدول الأوروبية غربا ، كذلك يحدث التلوث في هـذا البحر من تسرب الزيت من خطـوط أنابيب البترول التي تنتهي عند الشواطىء الشرقية لهذا البحر اضافة الى الكثير من الموانىء عـلى شـواطئه الشـمالية والجنوبية • كذلك نذكر البحر الأحمر فهو ممر مائى يزدحم بالناقلات حيث تعبره الى البحر الأبيض المتوسط، وبه بعض المناطق الخاصة بعمليات استكشاف واستخراج البترول وكذلك تكريره وبالتالى تؤدى الى زيادة نسبة التلوث ، وهناك أيضا الخليج العـربى حيث يعتبر من أكثر الممرات المائية تلوثا حيث يوجد حقـول استخراج البترول وأماكن شحن الناقلات ونذكر كذلك ما أحدثته الحرب بين العراق وايران واغراق الكثير من الناقلات مما أدى الى تسرب كميات هائلة من البترول فى ميـاه الخليج وأخيرا لا ننسى ما أحدثته حرب الخليج وقد سبق لنا شرحه ، من حدوث تلوث للبيئة هائل فى حجمه طويل المدى فى تأثيره •

التلوث بالمخلفات الصلبة :

نظـرا للتزايد السكانى فى كافة أرجاء العـالم وتبعه بالضرورة زيادة هائلة فى الاسـتهلاك وما ينتج عنه من مخلفات صلبة تختلف فى نوعهـا وحجمها وما يتبعه من تلوث بيئى يضر بصحة الانسان وسلامته لذلك فيلتزم التخلص من هذه المخلفات بصورة دائمة ومنتظمة حفاظا على الصحة العامة للأفراد حيث انها تعد بيئـة صالحة لنمو الكثير من البكتيريا والفيروسات بالاضـافة الى الحشرات بمختلف أنواعها وأيضـا القـوارض مما يؤدى الى انتشـار الأمراض البـكتيرية والفيروسـية كالكوليرا والتيفود والتهـاب الكبـد الوبائى والجـرب وغيرها من الأمراض المعدية التى تصيب الانسان ٠

والمخلفـات الصـلبة تختلف من حيث نوعيتهـا وخواصها ومدى ثباتهـا وتأثرها بالعـوامل الطبيعيـة المختلفة فهى تشمل المخلفات المنزلية مثل بقايا الطعـام والورق وكافة العبوات الفارغة الزجاجيـة والمعدنيـة والبلاستيك وبقايا الملابس المستهلكة وبقايا الأخشـاب

والمواد المعدنية وبقايا الأثاث المستهلك كذلك المخلفات الصناعية الناتجة عن المصانع المختلفة وهياكل السيارات القديمة وبقايا الأجهزة الكهربية المستهلكة بالاضافة الى المخلفات الزراعية النباتية منها مثل حطب القطن وأغلفة الذرة وقشور الأرز والقمح وقلب الأشجار وأيضا مخلفات الحيوانات ٠

وللحفاظ على نظافة البيئة وبالتالى حفظ الصحة العامة للانسان فيجب التخلص من هذه المخلفات الصلبة حيث يوجد عدة طرق مختلفة تختار وفقا لموقع المدينة وحجمها وكثافة السكان بها وأولى هذه الطرق هو نقل هذه المخلفات الى أماكن بعيدة عن العمران حيث تدفن فى حفر خاصة تحت سطح الأرض ٠ وواضح أن هذه الطريقة تؤدى على المدى الطويل الى تلوث المياه الجوفية فى هذه المناطق وخاصة عندما تحتوى هذه المخلفات على نسب عالية من المخلفات الصناعية المحملة بالسموم كذلك يؤدى التحلل اللاهوائى لهذه المخلفات الى تكوين غاز الميثان وتجمعه ما قد يؤدى الى حدوث انفجارات اضافة الى التكاليف الباهظة فى نقلها الى المناطق البعيدة عن العمران ٠

والطريقة الثانية تستخدم فى المدن القريبة من البحار أو المحيطات حيث يتم التخلص من مخلفاتها

الصلبة بالقائها فى مياه هذه البحار أو المحيطات وهذه الطريقة تحدث تلوثا لهذه البحار والمحيطات وبالتالى تسبب أضرارًا شديدة للكائنات الحية التى تعيش بها كذلك يشاهد كثيرا من بقايا هذه المخلفات بفعل الرياح والأمواج على شواطىء المدن الساحلية المطلة على هذه البحار أو المحيطات ·

أما الطريقة الثالثة فهى حرق المخلفات الصلبة وخاصة المواد التى لها قيمة حرارية مناسبة مثل الأوراق والأقمشة البالية ومخلفات الأخشاب فى أفران خاصة حيث يستفاد بالطاقة الحرارية المتولدة من حرق هذه المواد فى أغراض التدفئة أو توليد الكهرباء وتقام هذه الأفران بمواصفات خاصة خارج المدن وبعيدة عن المناطق العمرانية ، وهذه الطريقة ينتج عن استخدامها انطلاق كميات كبيرة من الغازات الضارة والملوثة للبيئة تختلف فى نوعيتها وفقا لنوع المواد المكونة لهذه المخلفات كذلك يوجد الشوائب والجسيمات الدقيقة اضافة الى الرماد الناتج من عمليات حرق هذه المخلفات ويجب الاهتمام عند اقامة أفران الاحتراق بأن يكون هناك جميع الأجهزة والمعدات الكفيلة بالتخلص من هذه الغازات والشوائب الضارة حفاظا على البيئة وصحة الانسان ·

ونظرا للكميات الهائلة من المخلفات الصلبة والتى

يراد التخلص منها وما يتبعه من تكاليف مالية باهظة استخدمت طرق أخرى مكملة للطرق السابق ذكرها حيث يتم صنع بعض المنتجات المفيدة من هذه المخلفات فمن المعروف ان هذه المخلفات تشمل في بعض مكوناتها المواد المعدنية والزجاجية والورقية حيث تفرز كل نوع على حده فالمواد المعدنية يعاد استخدامها في مصانع الحديد الصغيرة والمواد الزجاجية يعاد صهرها وتصنع منها أنواع رخيصة الثمن من الزجاجات الخضراء أو البنية اللون والمواد الورقية يحضر منها الورق المستخدم في أغراض التعبئة والتغليف واطارات السيارات القديمة تستخدم في صناعة المطاط والعظم في تحضير مادة الغراء والفحم الحيواني .

وباستخدام هذه الطريقة يمكن التخلص من كميات كبيرة نسبيا من هذه المخلفات اضافة الى القيمة الاقتصادية لهذه المواد المنتجة مما يقلل كثيرا من تكاليف التخلص من هذه المخلفات ، وفى المناطق الريفية حيث تكثر المخلفات الزراعية والحيوانية والتى يطلق عليها الكتلة الحيوية (Biomass) يتم التخلص من هذه المخلفات بوضعها في حفر خاصة ويعمل لها تجهيزات مناسبة حيث يتكون غاز الميثان (Methane) بفعل النشاط البكتيرى على هذه المخلفات ويطلق على غاز الميثان الناتج اسم البيوجاز (Biogas) حيث يستخدم في أغراض التسخين واعداد الطعام لسكان المناطق الريفية .

وهنـاك طريقـة أخـرى للتخلص من المخلفـات الزراعيـة والتى تشمل بقـايا نبـاتات القمح والأرز والذرة والبطاطس والبطاطا وقلف الأشجار حيث تنشأ بعض المصانع الصغيرة تستخدم هذه المخلفات وتجرى لها عمليات التخمر بواسطة أنواع خاصة من البكتريا حيث ينتج الكحول الايثيلى (Ethyl Alcohol) والذى يستخدم كوقود بالاضافة الى الاستخدامات المتعددة الأخرى .

وواضح أن هذه الطرق ذات أهمية خاصة حيث ان مصادر الوقود والطاقة فى العالم فى تناقص مسـتمر ولذلك نشأت الحاجة الى استغلال المخلفات الزراعية فى انتاج مواد للحصول على الطاقة حيث تتميز هذه المخلفات بأنها متجددة وبصورة دائمة وهنـاك اسـتخدام آخـر للمخلفـات الزراعية حيث تسـتعمل فى صناعة علف الحيوانات حيث يتطلب الأمر تحويلها الى صورة قابلة للهضم وذات قيمة غذائية للحيوان ويتميز العلف الناتج باحتوائه على نسبة عالية من البروتين .

التلوث الصوتى والكهرومغناطيسى :

التلوث الصوتى (Sound Pollution)

التلوث الصوتى أو التلوث النــاتج عن انتشــار الضوضاء (Noise pollution) والتى تعتبر من أهم العناصر الطبيعية التى تحدث تلوثا فى البيئة المحيطة بهــا حيث تنتشر فى كل مكان وتحيط بالبشر فى كافة مجالات نشاطاتهم وأماكن تواجدهم سواء فى الســكن وفى أماكن العمل أو فى الطرق والميادين ٠

والضوضاء تحدث من مصــادر عــدة كالأصــوات الصادرة من السيارات والجرارات والتى تسير فى الطرق نهارا وليلا وبقية وسائل النقــل الأخــرى كالقطارات ومترو الانفاق اضافة الى الطائرات النفاثة (Jet Planes) شديدة الازعاج خاصة فى الأماكن القريبة من المطارات وهناك مصادر آخرى لحدوث الضوضاء تشمل المصانع وما تحدثه آلاتها من ضوضاء تتوقف شدتها على طبيعة كل مصنع كذلك الضوضاء الصادرة عن الآلات المستخدمة فى أعمال البناء والتشييد وما تسببه من ضيق وازعاج، ولا ننسى كذلك الضوضاء الصادرة من المحلات التجارية

والورش الصغيرة مثل أماكن اصلاح السيارات وأعمال النجارة والحدادة وغيرها من الأماكن التى أصبحت مصدرا لحدوث الضوضاء واحداث الضرر والازعاج للبشر المقيمين بالقرب من هذه الأماكن ونذكر أيضا الضوضاء التى تحدث أثناءالحفلات الموسيقية والمناسبات السعيدة كالأفراح واستخدام مكبرات الصوت والتى تؤثر على الأشخاص اللذين يرتادون هذه الأماكن ٠

ونضيف كذلك الى ما سبق ذكره الضوضاء الناتجة من الأصوات العالية الصادرة من الأجهزة الكهربائية المختلفة مثل المكيفات والغسالات والخلاطات والمبردات اضافة الى أجهزة الراديو والتلفزيون والمسجلات والتى انتشرت بكثرة في زماننا الحالى فى المنازل والمحلات التجارية وغيرها من الأماكن ٠

وأخيرا نذكر ما يعرف بالضوضاء الخلفية (Background Noise) وهى الضوضاء التى تنتج من مصادر عدة مثل الضوضاء الناتجة من أصوات البشر فى الشوارع والطرقات ومحركات السيارات والطائرات وكافة وسائل النقل الأخرى وكذلك الأصوات الصادرة من أجهزة الراديو والمسجلات والتلفزيون وأصوات أخرى كثيرة غير معروفة مصدرها ، وهذه الضوضاء مجتمعة تختلط جميعها معا بصورة مستمرة وتكون ما يعرف بالضوضاء الخلفية وهذا النوع من الضوضاء يتوقف شدتها على

المكان المفتوح تصدر فيه حيث تزداد كثيرا في الأماكن المزدحمة بالسكان وما يتبعه من ازدياد في شدة الضوضاء بينما تقل في الأماكن النائية والقليلة السكان والبعيدة عن مصادر الازعاج مثل المناطق الخلوية وفي الريف ٠

وقد وجـد ان الانسان يعتاد عـلى هذا النوع من الضوضاء بمرور الوقت حيث يشعر بها وخاصة الذين يقطنون في المدن المزدحمة ولتوضيح ذلك فاننا نشعـر بالهدوء والراحة والاسترخاء عندما ننتقل للاقامة في الأماكن الخلوية قليلة السـكان مثل الريف حيث يقـل كثيرا هذا النوع من الضوضاء كذلك نشعر بأثر هـذه الضوضاء الخلفية أثناء الليل حيث تهدأ الحركة وتخف كثيرا حدة الأصوات حيث نحس بضعف الأصوات وأقلها أثرا مثل صوت المنبه مثلا والذى لايكاد نسمعه أثنـاء النهار وذلك لاختفاء هذه الضوضاء ليلا ٠

وتقاس شدة الصوت (Sound Intensity) بوحدة دولية تعرف باسم ديسيبل (Decibel) ومدى هذا المقياس يبدأ من الصـفر وينتهى الى ١٣٠ ويلاحظ حـدوث الآلام الشديدة والازعاج عندما تصل شدة الضوضاء الى ١٣٠ ديسيبل وقد اتفق العلماء على الحد الأقصى المأمون لشدة الضوضاء والمسموح بها وهو ٧٥ ديسـيبل حيث ينبغى للانسان أن لايتعرض لأكثر من هذه الدرجة من شـدة

الصوت حتى لا يتأثر سمعه ويتجنب الآثار الفسيولوجية الضارة لهذه الضوضاء .

وقد لوحظ أن أذن الانسان تتأثر وفقا لشدة الصوت التي تتعرض له ويزداد هذا التأثر بزيادة مدة التعرض لهذا الصوت وقرب المسافة من مصـدره ويتأثر سـمع الانسان عند تعرضه لشدة صوت أكثر من ٨٠ ديسيبل لعدة ساعات خلال يومه حيث تتأثر أعصـاب السـمع وأحيانا يصاب بالصمم (Deafness) ويفقد السمع تماما .

وعندما يتعرض الانسان لأصوات شديدة مثل صوت الطائرات النفاثة أو قذيفة مدفع يحدث له اضطرابات عصبية (Nervous Disturbances) ويتأثر الجهاز الدوري له حيث يرتفع ضغط الدم وتنقبض الشرايين والأوردة ويحدث اضطرابات في النبض كما يصاب أيضا بالصداع والتوتر الشديد والشعور بالاجهاد المزمن (Prolonged Exhaustion) .

وقد لـوحظ أيضـا بعض الأثار الفسيولوجيـة الأخرى والتي تحدث في جسم الانسان عندما يتعرض لفترات طوال للضوضاء حيث تؤثر في افرازات الغدد للهورمونات في الجسم وأيضـا التأثير عـلى الـوظائف الفسيولوجية للمخ .

ويجدر بنا أن نذكر أن هذه الأثار الفسيولوجية عموما تختلف في شدتها من فرد الى آخر وفقا لعمره والحالة الصحية له كما تعتمد كذلك على شدة الصوت وزمن التعرض له والقرب أو البعد من مصدره ٠

وقد وجد العلماء منذ زمن قريب أن الأجنة في بطون أمهاتها تتأثر كذلك بالضوضاء وخاصة الجهاز العصبي لها ويقال ان السبب تأثر الأم وتوترها بهذه الضوضاء الأمر الذى يؤدى في النهاية الى تأثر الجنين٠

ومن الأثار السيئة للضوضاء انها تؤثر سلبا على مدى تحصيل الطلاب للمواد الدراسية وما يستوعبونه من معارف وخاصة عندما تقع مدارسهم أو منازلهم بالقرب من مصادر الازعاج والضوضاء كذلك لا ننسى أيضا أثر الضوضاء وما تحدثه من أثار سيئة على كفاءة العاملين ونشاطهم أثناء تأدية أعمالهم في المكاتب والمصانع أو المدارس والمستشفيات وغيرها من أماكن العمل وذلك بما تسببه لهم من توتر واجهاد ٠

كذلك نذكر الأثار النفسية الناتجة عن الضوضاء مثل الشعور بالاكتئاب والتعرض للقلق والضيق الشديد الأمر الذى ينعكس سلبا على العلاقات الانسانية بين الأفراد ٠

كذلك لا يسعنا أن نذكر كذلك الضوضاء

وما تحدثه من آثار ضارة على الحيوانات حيث تقلل من كمية البانها وعلى الطيور فيقل انتاجها من البيض وما يتبعه من خسائر مادية لأصحاب هذه الحيوانات والطيور ٠

وقد يتساءل البعض الا من سبيل في تجنب هذه الضوضاء وبالتالى تلافى الأضرار الناتجة عنها ، فاننا نقول بأن تلافي التلوث الصوتي أو الضوضاء (Noise Control) فيتم بتطبيق بعض الاحتياطات اللازمة مثل خفض مصدر الصوت ووضع مواد ماصة للصوت بين المصدر (Source) والمستقبل Recipient وهو اذن الأنسان فخفض مصدر الضوضاء يتم باستخدام الآلات الأقل ازعاجا داخل المصانع وانشاء الطرق السريعة والمطارات والمصانع وغيرها مما يسبب الضوضاء بعيدا عن وسط المدن ، كما ينبغي الاهتمام بالتصرفات السوية للأفراد ونشر الوعي بينهم مثل استعمال آلات تنبيه في السيارات منخفضة الصوت مع الاقلال من استعمالها الا للضرورة والتحكم في أصوات أجهزة الراديو والتلفزيون والمسجلات داخل المنازل وعدم الأضرار بالجار ، كذلك داخل المحلات التجارية وخفض أصوات مكبرات الصوت وغيرها الكثير من مسببات الضوضاء والازعاج ٠

وفي النهاية فيجب حماية آذاننا عندما تتعرض

للضوضاء الشديدة وذلك باستخدام السدادات الواقية للأذن (Protective covers) أو بوضع أكفنا على أذاننا حماية لها من ضعف السمع أو الصمم ٠

التلوث الكهرومغناطيسى : (Electromagnetic Pollution)

من المعروف أن الموجات الكهرومغناطيسية (Electromagnetic Waves) توجد فى كل مكان من سطح الكرة الأرضية حيث تنشأ من المحطات الاذاعيه والتلفزيونية المنتشرة فى كافة الدول وتنشأ كذلك هذه الموجات من الكثير من محطات القوى الكهربائية وشبكات ضغط الكهرباء العالى والتى تنقل تيار الكهرباء من مكان الى آخر اضافة الى شبكاتالميكروويف (Microwaves) والتى تستخدم فى الاتصالات اللاسلكية ٠

وقد عكف العلماء فى بلدان كثيرة على دراسة أثر هذه الموجات الكهرومغناطيسية على صحة الانسان وما قد تسبب له من أضرار وهذه الدراسات مازالت والى الآن فى البداية ، الا انه يعتقد ان هذه الموجات الكهرومغناطيسية لها أثر ما فى الجهاز العصبى للانسان اضافة الى احتمال تأثيرها على بعض التفاعلات البيوكيميائية (Biochemical Reactions) داخل خلايا الجسم سواء فى الانسان أو الحيوان أو النبات ٠

كما وجد أن الانسان يصاب بضعف فى بصره اثناء عمل فترات طويلة أمام شاشات الحاسبات الالكترونية ٠

التلوث بالمواد النوية :

نظرا للارتفاع المتزايد لاستهلاك الطاقة بكافة أنواعها على المستوى العالمى وما يتطلب ذلك من الاستخدام المكثف لمصادر الطاقة وبسبب التقدم العلمى والتكنولوجي والتطور المستمر فى وسائل الانتاج الصناعي والزراعى الأمر الذى يعرض بعض الأنواع من الطاقة للنضوب مثل الطاقات الناتجة من الفحم الحجرى وزيت البترول والغاز الطبيعى ونتيجة لذلك فقد اتجه العلماء فى بلاد كثيرة لتطويع مصادر آخرى من الطاقة للاستخدام العملى فى الحياة اليومية حيث تمتاز بعدم نضوبها وانها دائمة ومتجددة ومن أمثلتها الطاقة الشمسية (Solar Energy) وطاقة الرياح (Wind Energy) وهذه الأنواع من الطاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة ومن الطاقات المتجددة الأخرى الطاقة الناتجة من المخلفات النباتية والحيوانية والتى تعرف بالكتلة الحيوية (Biomass) وهى ذات فائدة عظيمة حيث تخلص البيئة من كمية كبيرة لا بأس بها من مسببات التلوث وأخيرا فهناك مصدرا هاما للطاقة وهى الطاقة النووية (Nuclear Energy) حيث يستفاد منها غالبا فى الحصول على

الطاقة الكهربائية اللازمة للصناعات وفى الاستخدامات المنزلية .

ومن الطبيعى - مثل الأنواع الأخرى من الطاقة - أن يصاحب استخدام الطاقة النووية تلوث نووى واشعاعات قاتلة تهدد جميع الكائنات الحية من انسان وحيوان ونبات وأيضا الجماد .

ومن المعروف أن جميع العناصر تتركب من ذرات متناهية فى الصغر وكل ذرة منها تتكون من نواه (Nucleus) تحتوى بداخلها على بروتونات (Protons) موجبة الشحنة ونيوترونات (Neutrons) متعادلة الشحنة . وبالتالى تكون النواه ذات شحنة موجبة ويختلف عددالبروتونات وكذلك النيوترونات من عنصر الى آخر وتحاط النواه بعدد من الالكترونات (Electrons) السالبة الشحنة تدور فى عدة مدارات حول النواه يختلف عددها وفقا لنوع العنصر .

وحيث ان عدد البروتونات الموجبة داخل النواه يساوى عدد الكترونات السالبة حول النواه فان الذرة متعادلة كهربائيا (Neutral) .

بداية يلزم التفرقة بين نوعين من التفاعلات النووية (Nuclear Reactions) النوع الأول ويعرف بالتفاعل النووى الانشطارى (Nuclear Fission Reaction)

حيث يتم بقذف نواه (Nucleus) عنصر مشع (Radioacttive) مثل اليورانيوم (Uranium) بواسطة جسيم صغير مثـــل النيوترونات (Neutrons حيث ينتج عناصر آخرى ذات وزن ذرى أقل بالاضـــافة الى جســـيمات آخـــرى مثـــل النيوترونات ، علاوة عـــلى انطـــلاق كميات هائلة من الطاقة النووية (Nuclear Energy) تستخدم لأغراض شـــتى وذلك كما يتضح من المعادلة الكيميائية النووية الآتية :

$$^{235}U \quad + \; ^{1}_{0}n \qquad ^{141}_{56}Ba \quad + \; ^{92}_{36}KR \quad + \; 3 \; ^{1}_{0}n \quad + \; Energy$$

يورانيوم نيوترون نيوترون باريوم كربتون نيوترون طاقة نووية

والنوع الثانى يعرف بالتفاعل النووى الاندماجى (Nuclear Fusion Reaction) حيث يتم اندماج نواتين من نظائر الهيدروجين والتى يمكن الحصول عليها بالتحليل الكهربى للماء (Electrolysis) وهـــذه النظائر تشـــمل الديوتيريوم (Deuterium ; $^{2}_{1}H$) والتريتيوم (Tritium ; $^{3}_{1}H$) وتكوين عنصر آخر مثل الهليوم (Helium ; $^{4}_{2}Ne$) بالاضافة الى النيوترونات مع انطلاق كميات هائلة من الطاقة تفوق مثيلتها فى التفاعلات النووية الانشطارية · والمعادلات الكيميائية النووية الآتية توضح هذه التفاعلات :

$$^{2}_{1}H \; + \; ^{2}_{1}H \xrightarrow{Heat} \; ^{4}_{2}He \; + \; ^{1}_{0}n \; + \; Energy$$

ديوتيريوم - هليوم نيترون طاقة نووية

$$^{3}_{1}H \; + \; ^{2}_{1}H \xrightarrow{Heat} \; ^{4}_{2}H \; + \; ^{1}_{0}n \; + \; Energy$$

تريتيوم ديوتيريوم هليوم نيوترون طاقة نووية

ويجب أن نذكر هنا انه لحدوث التفاعل النووى الاندماجى يلزم له درجة عالية جدا تصل الى مليون درجة مئوية وللوصول الى هذه الدرجة العالية يلزم اجراء تفاعل نووى انشطارى يتبعه التفاعل النووى الاندماجى ومما هو جدير بالذكر ان هذا النوع من التفاعلات النووية الاندماجية يحدث كثيرا داخل الشمس كما ينبغى أن نذكر كذلك أن التفاعل الانشطارى هو الأساس لما يعرف بالقنبلة الذرية (Atomic Bomb) بينما التفاعل الاندماجى هو الأساس للقنبلة الهيدروجينية (Hydrogen Bomb) والتلوث النووى هو أخطر أنواع التلوث والتى يتعرض لها الانسان وذلك لما تحدثه من آثار مدمرة وأمراض قاتلة تهدد حياته بالفناء والاشعاعات النووية تشمل أشعة الفا (Alpha) وهى عبارة عن جسيمات تحمل شحنة موجبة وتتكون من اثنين من البروتونات واثنين من النيوترونات وأشعة بيتا (Beta) وهى جسيمات تحمل شحنة سالبة وتتكون من الالكترونات ذات الطاقة العالية وأيضا تشمل هذه الاشعاعات أشعة جاما (Gamma) وهى تتكون من اشعاعات كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية ولها من الصفات مثل الأشعة السينية (X-Rays) وأخيرا الاشعاعات الناتجة من النيوترونات (Neutrons) وهى جسيمات متعادلة الشحنة ٠

وعندما يتعرض جسم الانسان للاشعاعات النووية يحدث تأينا للذرات المكونة لجزيئات وأنسجة الجسم البشرى مما يؤدى الى دمار هذه الأنسجة وبالتالى تعرض حياة الانسان لأخطر العواقب ٠

وتعتمد درجة الخطورة الناتجة من هذه الاشعاعات على عدة عوامل منها نوع هذه الاشعاعات وكمية الطاقة الناتجة منها والزمن الذى يتعرض له الجسم البشرى لهذه الاشعاعات ويوجد نوعان من الأثار البيولوجية لهذه الاشعاعات أولهما هو الأثرى الجسدى (Somatic) والذى يظهر غالبا خلال حياة الانسان الفرد حيث يصاب ببعض الأمراض الخطرة مثل سرطان الجلد وسرطان الدم (Leukaemia) واصابة العيون بالمياء البيضاء (Cataract) واصابة الكبد بالسرطان الكبدى بالاضافة الى نقص القدرة على الاخصاب ٠

والأثر الثانى لهذه الاشعاعات هو الأثر الوراثى (Genetic) والذى لا يظهر خلال حياة الانسان الفرد والذى تعرض لهذه الاشعاعات بل تظهر الآثار الضارة خلال الأجيال المتعاقبة للانسان وقد أوضحت الدراسات الطبية ذلك بوضوح والتى أجريت على الأفراد اليابانيين عند تعرضهم للاشعاعات النووية بعد القاء القنبلتين الذريتين على مدينتى هيروشيما ونجازاكى فى

شهر أغسطس عام ١٩٤٥ م مما أدى الى وفاة الآلاف من السكان واصابة آلاف آخرين بالحروق والتشوهات ووفاة الكثير منهم بعد ذلك بعدة سنوات نتيجة اصابتهم بالاشعاعات القاتلة وكذلك اصابة أحفادهم ببعض الأمراض الخطيرة والقاتلة ٠

ويجب أن نذكر فى هذا الصدد خطورة تعرض الأم الحامل للأشعة السينية (X-Rays) كوسيلة لتشخيص المرض أو علاجه حيث يؤدى تعرضها لهذه الاشعة الى ولادة الطفل المنغولى (Mongol Child) والذى يتميز بالتخلف العقلى /

والحد الأقصى المأمون للاشعاعات النووية الذى يجب آلا يتجاوزه الانسان فى تعرضه لهذه الاشعاعات هو ٥ ريم (REM) فى اليوم الواحد والريم وحدة لقياس كمية الاشعاع الممتص وهى تعادل (رنتجن) Roentgen) واحد من الأشعة السينية (X-Rays) وتتكون كلمة (REM) من الأحرف الأولى من الكلمات الآتية :

(Roentgen Equivalent Man)

ويتعرض الانسان الى الكثير من مصادر الاشعاع فى الحياة اليومية ٠

ولا ننسى فى هذا الصدد تعرض الانسان المستمر للأشعة الكونية (Cosmic Rays) الصادرة من الفضاء الخارجى وتعرضه كذلك للاشعاعات الضارة خلال

تعامله مع النظائر المشعة (Isoptopes) وتطبيقاتها المختلفة سواء فى مجالات الطب او الصناعة أو الزراعة ولا ننسى أيضا تعرض العاملين فى المفاعلات النوويه ومن يعملون فى بعض المناجم التى يستخرج منها خامات العنـــاصر المشعة مثل الراديوم واليورانيوم لأضرار هذه الاشعاعات القاتلة .

ومن العوامل الرئيسية المسببة للتلـوث النـووى ما كان يحدث من الدول الكبرى من اجــراء التجــارب النووية وخاصة بعــد الحــرب العالميــة الثانية حيث استخدمت هذه التجارب لعدة سنوات طــوال بهـــدف تطوير الأسلحة الذرية وزيادة القوة التدميرية لها وقد أدت هذه التجارب الى انتشـــار كميات كبيرة من الغبار الذرى المشع فى مناطق اجراء هذه التجارب كما تحمــل الرياح بعض هذا الغبار المشع الى طبقات الجو العليــا والذى يحتوى على بعض النظائر المشعة مثل السيزيوم ١٣٧ (Caesium-137) والاسترونشيوم ٩٠ (Strontium-90) والكربون ــ ١٤ (Carbon-14) واليود ١٣١ (Iodine-131) وغيرها من النظائر والتى يستمر نشــاطها الاشــعاعى فترة طويلة من الزمن ليتســاقط فوق كثير من المنــاطق البعيدة عن الموقع الأصلى لهذه التجارب ، حيث تلــوث الهواء والماء والغذاء وتتخلل دورة السلسلة الغذائيــة (Food Chain) حيث تنتقل هذه النظائر المشعة القاتلة

من النبات الى الحشرات ثم الى الطيور والحيوانات وأخيرا تصل إلى الانســـان حيث تتركز فى أماكن مختلفــة من جســـمه فمثـلا الكالسيوم والاسترنشيوم يتركزان فى العظام ويتركز اليود فى الغــدة الدرقيــة بينما يتركز نظائر النحاس والزرنيخ فى مخ الانسان ، ومما يزيد من الأضرار الناتجة عن التلوث النووى ان أغلب النظائر المشعة (Isotopes) يستمر النشاط الاشعاعى لها فترة طــويلة من الزمن الأمر الذى يضــاعف كثير من الأثار الضارة لهذا التلوث على كافة عناصر البيئة ·

وهذا النشاط الاشعاعى للنظائر المشعة يقــاس زمنيا بما يعرف فترة نصف العمر (Half Life Period) وهو الزمن اللازم لتحلل نصف انوية العنصر المشــع ، فمثلا عنصر الراديوم المشع (Radium) فترة نصف العمر له ١٥٩٠ عاما (ألف وخمسمائة وتسعون عاما) فاذا كان لدينا جرام واحد منه فان هذا الوزن يحتــاج الى ١٥٩٠ عاما ليصبح نصف جرام حيث يتحول الى عنصر مشع آخر هو الراديون (Radon) ويحتــاج أيضــا الى ١٥٩٠ عاما أخرى ليصبح وزنه ربع جرام كذلك ١٥٩٠ عاما أخرى ليصبح وزنه ثمن جرام وهــكذا يســتمر النشاط الاشعاعى لهذه العناصر · وواضح مما ســبق انه كلما زاد زمن فترة نصف العمر للعنصر المشع ازداد بالتالى الزمن الذى يستمر فيه النشاط الاشعاعى له ،.

والطاقة النووية ليست كلها مخاطر وأضرار تصيب البشر ومختلف الكائنات ولكنها لها فوائد عديدة اذ احسن استخدامها فى نفع الانسان ورفاهيته ومن هذه المنافع العظيمة الاثر هو توليد الطاقة النووية وتحويلها الى طاقة كهربائية بواسطه ما يعرف بمحطات القوى النووية ويجدر الاشارة فى هذا المقام ان الطاقة الكهربائية يمكن الحصول عليها بواسطة المحطات الحرارية والتى تعمل بالوقود العادى مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى او بواسطة محطات القوى النووية ولكل وسيلة منها منافع وأضرار فالمحطات الحرارية ليس لها حوادث تذكر بالمقارنة لما قد يحدث للمفاعلات النووية وتسرب الاشعاعات النووية الى الأماكن القريبة من هذا المحطات بالاضافة الى الاخطار الناتجة عن النفايات النووية والتى تنتج من هذه المحطات وصعوبة التخلص منها وأخيرا نذكر التلوث الحرارى الذى ينتج من هذه المحطات وآثاره الضارة على عناصر البيئة فى المناطق القريبة منها ٠

وفى المقابل فان المحطات النووية أقل تكلفة اقتصادية من المحطات الحرارية فى انتاجها للكهرباء ، كما أن المحطات الحرارية تزيد من تلوث الهواء نتيجة لاحراقها للوقود وانطلاق كميات كبيرة من غازات أول وثانى اكسيد الكربون وثانى اكسيد الكبريت وبالتالى

تسبب الكثير من الأضرار البيئية للمناطق القريبه منها اضافة الى ذلك فان الوقود المستخدم فى هده المحطات من فحم وبترول وغاز طبيعي سوف ينضب بعد عشرات من السنين القادمة وهى فترة زمنية قصيرة فى عمر الزمن مقارنة بالوقود النووى حيث يستخدم بكميات قليلة بالمقارنة بالوقود العادى اضافة الى بقائه مئات من السنين الطوال ٠

والمفاعلات النووية قد تقع لها بعض الحوادث والتى تؤدى الى كوارث بيئية شديدة الضرر ويستمر تأثيرها لعدة سنوات وخاصة اذا كانت المنطقة المحيطة بمكان الحادث يقطنها الكثير من السكان ٠

ونذكر فى هذا الصدد الحادث المعروف باسم ثرى مايل ايلاند الذى حدث فى مارس عام ١٩٧٩ م فى ولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية حيث كانت الآثار الناتجة عنه كانت محدودة نسبيا لموقعه فى منطقة بعيدة عن العمران ٠ ونذكر أيضا الحادث الذى وقع لأحدالمفاعلاتالنووية فى ويستفاليا بالمانيا الغربية عام ١٩٨٥م وأدى الى تسرب الاشعاعات الى مناطق بعيدة عن مكان الحادث ٠

وأخيرا فاننا نذكر الحادث الكبير الذىوقع للمفاعل النووى فى تشونوبيل بالاتحاد السوفييتى فى ابريل عام ١٩٨٦م والذى نتج عنه تكون كميات ضخمة من الغبار المشع انتشرت فى مناطق كثيرة من دول أوروبا حتى

أدت الى تلوث بيئى شديد لكافة الكائنات من نبـات وحيوان وانسان ومما يؤكد ان الغبـار الذرى المشع الناتج عن هذا الحادث وجد انه يحتوى على العديد من النظائر المشعة مثل : اليود ـ ١٣١ والسيزيوم ـ ١٣٤ ونظيره السيزيوم ـ ١٣٧ والباريوم ـ ١٤٠ بالاضافة الى الاسترونشيوم ـ ٩٠ وغيرها من العناصر المشـعة الضارة ٠

وقد أدى اقامة المحطات النووية وانتشارها فى كثير من الدول الى ظهور أحد المشاكل الخطيرة ذات التأثير الضار على كافة عناصر البيئة من هواء ومياه وأرض زراعيـة وغيرها وهى ما يعرف بالنفايات النـووية اضـافة الى البحث عن أفضل السبل للتخلص منها فهـذه النفايات الضارة تنتج اما عند استخراج خام اليورانيوم وتركيزه لتحضير الوقود النووى أو تنتج من الوقود المستهلك فى التفاعلات النووية وبعضها ينتج من المحطات النـووية المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية وأخـيرا النفايات النووية الناتجة من تصنيع الأسلحة الذرية والنـووية ويقاس النشاط الاشعاعى لهـذه النفايات بما يعـرف بالكورى (Curie) وهو النشاط الاشعاعى الذى ينتج من جرام واحد من عنصر الراديوم ـ ٢٢٦ (Radium-226) ويتوقف الأثر الضار لهذه النفايات وما تسببه من أضرار جسيمة بعناصر البيئة على مصدر تكوينها فالنفـايات الصادرة من استخراج خام اليورانيوم وتركيزه لتحضير الوقود تتكون بكميات كبيرة تتميز بضعف الاشـعاعات

الصادرة منها الا أن نشاطها الاشـعاعى يسـتمر لمدة طويلة من الزمن بسبب احتوائها على عنصر الراديوم ــ ٢٢٦ ٠

أما النوع الآخر من هذه النفايات فهى التى تنتج من المفاعلات النووية داخل المحطات النوويه حيث تنتج نفايات ضعيفة أو متوسطة فى قوة اشماعها حيث تشع اشـعاعات بيتا وجاما (Beta and Gamma Rays) وهـذه الاشعاعات ليس لها خطورة كبيرة لصغر حجمها النسبى واخرى قوية الاشعاع تشـمل الكثير من النظائر المشعة الثقيلة والتى تشع جسيمات ألفا (Alpha Particles) ومن أمثلتها النبتونيوم (Neptonium) والبلوتونيوم (Plutonium) وهذه النظائر عالية النشاط الاشعاعى وذات فترة عمر النصف فائقـة الطـول حيث يستمر نشاطها الاشعاعى لفترة طويلة جدا من الزمن ٠

ويتم التخلص من هذه النفايات النووية بعدة طرق تختلف وفقا لقوةالاشعاعاتالصادرة منها فالنفاياتذات الاشعاعات الضعيفة أو المتوسطة توضع بعـد تبريدها فى باطن الأرض حيث تحـاط بطبقة من الأسـمنت أو الصخور وأحيانا تقوم بعض الدول بالقائهـا بكميـات صغيرة فى مياه البحار أو المحيطات ٠

أما النفايات ذات الاشعاعات القوية فيمكنالتخلص منها بغمرها فى الماء لتبريدها ثم تدفن على عمق كبير

في باطن الأرض وفى أماكن بعيدة عن العمران ·

وهناك طريقة حديثة للتخلص من النفايات النووية قوية الاشعاع والتى يستمر نشاطها الاشعاعى فترة طويلة جدا من الزمن حيث يتم حفظ هذه النفايات في مواد عازلة مثل الخزف أو الزجاج من نوع البوروسليكات وتتلخص هذه الطريقة في خلط النفايات النووية مع مادة مكلسة ثم تصهر عند درجة حرارة عالية تم يصب الخليط المنصهر في عدة أوعية من الصلب غير قابل للصدأ (Stainless Steel) ويبرد جيدا ثم تقفل هذه الأوعية اقفالا محكما مع ازالة ما قد يكون على سطحها الخارجى من آثار اشعاع وذلك بغسلها جيدا بالماء وأخيرا تدفن هذه الأوعية الصلبة فى أعماق كبيرة تحت سطح الأرض مع أخذ احتياطات الأمنية اللازمة لأنها تظل مصدرا للأخطار لفترة طويلة من الزمن ·

وأخيرا نود أن نذكر نوعا آخر من التلوث تسببه المحطات النووية وما يحدثه من آثار خطرة وهو ما يعرف بالتلوث الحرارى وهو ينشأ عندما تستخدم هذه المحطات والتى تقام عادة بجوار شواطىء البحار أو البحيرات كميات كبيرة من المياه لتبريد مفاعلاتها النووية ثم القاء هذه المياه الساخنة في البحار أو البحيرات وبالتالى ترتفع درجة حرارتهما حيث تحدث الاخلال بالنظام البيئى (Ecosystem) والأضرار بكافة الأحياء المائية التى تعيش فى هذه المياه ويفسر ذلك بأن ارتفاع حرارة

المياه يقلل من نسبة الاكسوجين المذاب فى الماء واللازم لحياة الكائنات البحرية التى تعيش فى هذه المياه ٠

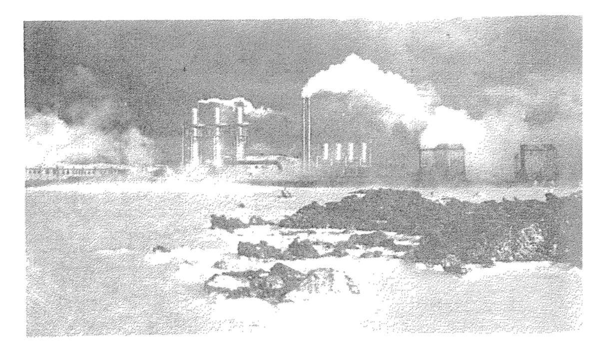
وللتغلب على هذه المشكلة وضعت بعض الدول قوانين خاصة تلزم هذه المحطات بتبريد المياه الساخنة قبل القائها فى البحار أو البحيرات كما ان بعض المحطات أنشأت لها بحيرات صناعية تستخدمها لأغراض التبريد ونضيف كذلك انه من بين الطرق التى تستخدم للتغلب على مشكلة التلوث الحرارى هو استخدام المياه العميقة فى البحار فى أغراض التبريد والتى تكون درجة حرارتها أقل كثيرا من حرارة المياه السطحية وعند استخدامها فان درجة حرارتها لن تزيد كثيرا وبالتالى لن يكون هناك فرق يذكر بين درجة حرارتها ودرجة حرارة المياه السطحية والتى تلقى فيها ، وهكذا يمكن الحفاظ على النظام البيئى لهذه المياه ٠

خاتمـــة :

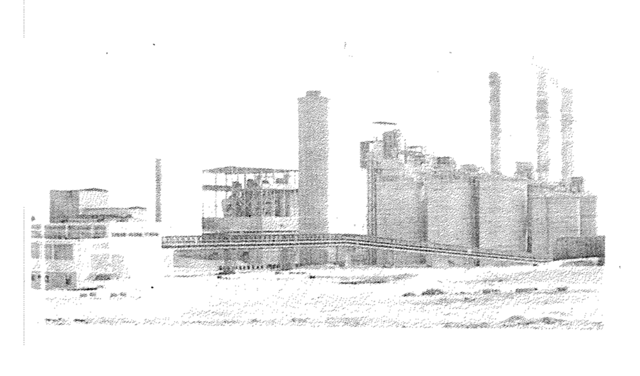
وبعد وقد استعرضنا آثر التلوث البيئى بأنـــواعه المختلفة على كافة عناصر الطبيعة من هواء وأرض ومياه وما يسببه من أضرار خطيرة ومدمرة على كافة المخلوقات من انسان وحيوان ونبات وأيضا الجماد ٠

فقد لزم الأمر أن تتضافر كافة الجهود سواء على مستوى الانســـان الفرد أو الجـــماعات أو الدول كافة لدرء هذا الخطر المحدق بنا جميعا فوق كوكبنا الأرضى وذلك بالتعاون الوثيق واتباع كافة السبل فى القضـــاء على كافة مسببات التلوث البيئى حتى يتسنى للبشرية جمعـــاء الحيـــاة الأفضـــل فى ظلال قيم الحب والخـــير والجمال ٠

الاشكال

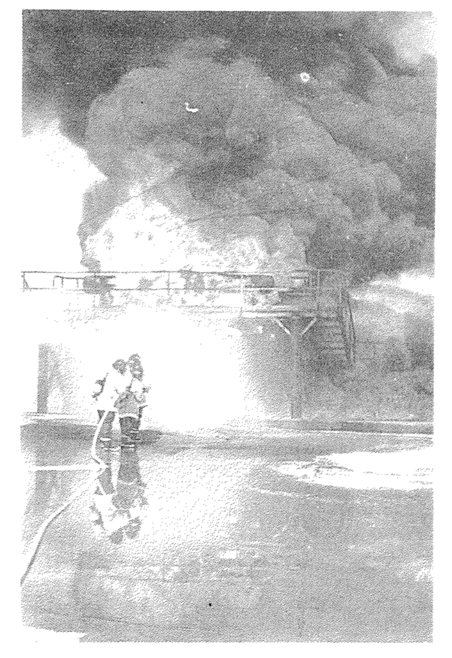


- «الطاقة الحرارية الارضية» ماسيسموليوبيدى

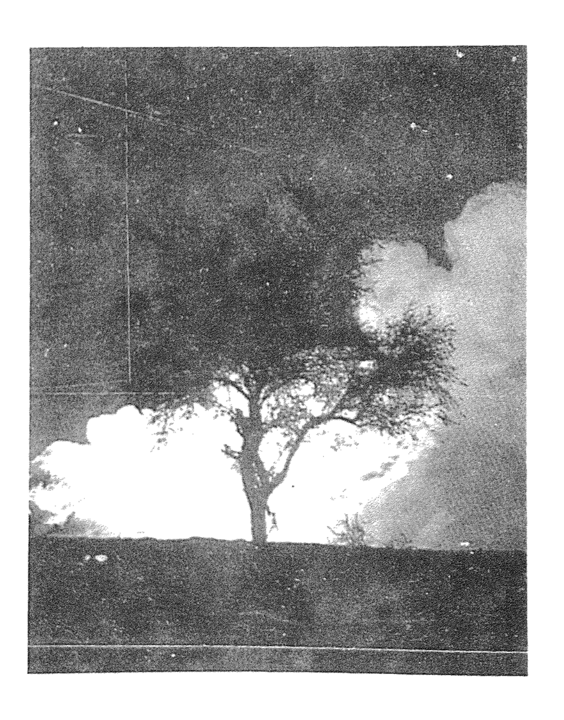


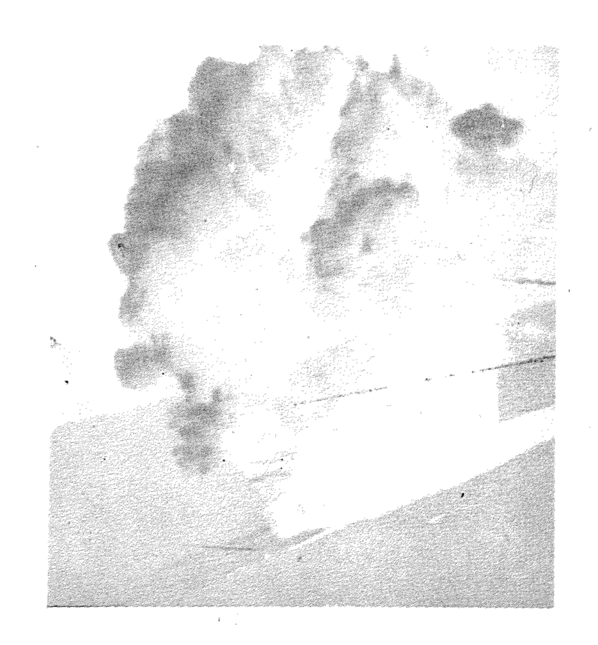


- التقنية النووية شملت معظم انشطة الحياة.



ثالث أكبر حادث للتلوث النفطى : تحطم الناقلة الليبيرية «براير».





الفهـــــرس

الموضـــوع	الصفحة

صدر من هذه السلسلة :

١ ـ الكومبيوتر	تأليف د. عبد اللطيف ابو السعود
٢ ـ النشرة الجوية	تأليف د. محمد جمال الدين الفندى
٣ ـ القمامة	تأليف د. مختار الحلوجى
٤ ـ الطاقة الشمسية	تأليف د. ابراهيم صقر
٥ ـ العلم والتكنولوجيا	تأليف د. محمد كامل محمود
٦ ـ لعنة التلوث	تأليف م. سعد شعبان
٧ ـ العلاج بالنباتات الطبية	تأليف د. جميلة واصل
٨ ـ الكيمياء والطاقة البديلة	
٩ ـ النهر	تأليف د. محمد نبهان سويلم
١٠ ـ من الكمبيوتر الى السوبر كمبيوتر	تأليف د. محمد فتحى عوض الله
	تأليف د. عبد اللطيف أبو السعود
١١ ـ قصة الفلك والتنجيم	تأليف د. محمد جمال الدين الفندى
١٢ ـ تكنولوجيا الليزر	تأليف د. عصام الدين خليل حسن
١٣ ـ الهرمون	تأليف د. سينوت حليم دوس
١٤ ـ عودة مكوك الفضاء	تأليف م. سعد شعبان
١٥ ـ معالم الطريق	تأليف م. سعد الدين الحنفى ابراهيم
١٦ ـ قصص من الخيال العلمى	تأليف د. رؤوف وصفى
١٧ ـ برامج للمبيوتر بلغة البيزيك	تأليف د. عبد اللطيف أبو السعود
١٨ ـ الرمال بيضاء وسوداء وموسيقية	تأليف د. محمد فتحى عوض الله
١٩ ـ القوارب للهواة	تأليف شفيق مترى
٢٠ ـ الثقافة العلمية للجماهير	تأليف جرجس حلمى عازر

العنوان	المؤلف
٢١ ـ اشعة الليزر والحياة المعاصرة	تأليف د· محمد زكى عويس
٢٢ ـ القطاع الخاص وزيادة الانتاج في المرحلة القادمة	تأليف د· سعد الدين الحنفى
٢٣ ـ المريخ الكوكب الأحمر	تأليف د· منير أحمد محمود حمدى
٢٤ ـ قصة الأوزون	تأليف د· زين العابدين متولى
٢٥ ـ قصص من الخيال العلمى ج ٢	تأليف رؤوف وصفى
٢٦ ـ الـــذره	تأليف د· م ابراهيم على العيسوى
٢٧ ـ قصة الرياضة	تأليف على بركه
٢٨ ـ الملوثات العضوية	تأليف محمد كامل محمود
٢٩ ـ الوان من الطاقة	تأليف عبد اللطيف أبو السعود
٣٠ ـ صور من الكون	تأليف زين العابدين متولى
٣١ ـ الحاسب الالكترونى	تأليف محمد نبهان سويلم
٣٢ ـ النيـــل	تأليف محمد جمال الدين الفندى
٣٣ ـ الحرب الكيماوية ج ١	تأليف دكتور أحمد مدحت اسلام د· عبد الفتاح محسن بدوى د· محمد عبد الرازق الزرقا
	تأليف دكتور أحمد مدحت اسلام د· محمد عبد الرازق الزرقا د· عبد الفتاح محسن بدوى
٣٥ ـ البصرة والبصيرة	تأليف : طلعت حلمى عازر
٣٦ ـ السلامة في تداول الكيماويات	د· سمير رجب سليم
٣٧ ـ التلوث الهوائى والبيئة ج ١	د·طلعت الأعوج

٣٨	ـ التلوث الهوائى والبيئة جـ ٢	د٠ طلعت ابراهيم الأعوج
٣٩	ـ التلوث المائى جـ١	د٠ طلعت ابراهيم الأعوج
٤٠	ـ التلوث المائى جـ٢	د٠ طلعت ابراهيم الأعوج
٤١	ـ نعيش لنأكل أم نأكل لنعيش	د٠ محمد ممتاز الجندى
٤٢	ـ أنت والدواء	صيدلى / أحمد محمد عوف
٤٣	ـ اطلالة على الكون	د٠ زين العابدين متولى
٤٤	ـ من العطاء العلمى للاسلام	د٠ محمد جمال الدين الفندى
٤٥	ـ مسائل بيئية	د٠ رجب سعد السيد
٤٦	ـ البث الاذاعى والتليفزيونى المباشر جـ١	جلال عبد الفتاح
٤٧	ـ البث الاذاعى والتليفزيونى المباشر جـ٢	جلال عبد الفتاح
٤٨	ـ صفحات مضيئة من تاريخ مصر جـ١	محمود الجزار
٤٩	ـ صفحات مضيئة من تاريخ مصر جـ٢	محمود الجزار
٥٠	ـ جيولوجيا المحاجر	جيولوجى / نور الدين زكى محمد
٥١	ـ الاستشعار عن بعد جـ ١	د٠ سراج محمد محمد
٥٢	ـ الاستشعار عن بعد جـ ٢	د٠ سراج محمد محمد
٥٣	ـ الردع النووى الاسرائيلى	د٠ ممدوح حامد عطية
٥٤	ـ البترول والحضارة	د٠ توفيق محمد قاسم
٥٥	ـ حضارات اخرى فى الكون	جــــلال عبد الفتاح
٥٦	ـ دليلك الى التفوق فى الثانوية العامة	سامية فخرى
٥٧	ـ التلوث مشكلة اليوم والغد	د٠ توفيق [illegible]

العدد القادم

٥٨ ـ انهيار المبانى — تاليف جرجس حلمى عازر

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ٣٦٢٢ / ١٩٩٥

ISBN — 977 — 01 — 4337 — 5

التلوث البيئى يمثل أحدى المشكلات الهامة التى تواجهنا فى حياتنا المعاصره نتيجة النشاط المتزايد للانسان فى كافة مجالات الحياه، ومن المعروف ان البيئة هى ذلك الجزء من كوكبنا المحيط بالانسان، فالهواء الذى يتنفسه الانسان والحيوان والماء الذى نحيا خاص به، والأرض التى يعيش فوقها كافة المخلوقات وما يوجد فى الطبيعة من جماد هى جميعها تشكل عناصر البيئة المحيطة بنا .



مطابع الهيئة المصرية

٢١٠ قــرش